e

$$\Sigma_{(\alpha)} \partial N_\alpha = 0 ,$$

de sorte que por um raciocínio já muitas vezes usado:

$$\partial \log W = \Sigma_{(\alpha)} \left(\log \frac{N_\alpha + g_\alpha}{N_\alpha} - \beta E_\alpha + \log a \right) \partial N_\alpha = 0.$$

Igualando a zero os coeficientes dos ∂N_α independentes, temos

$$\frac{N_\alpha}{N_\alpha + g_\alpha} = a\, e^{-\beta E_\alpha}$$

e

$$N_\alpha = g_\alpha \frac{a\, e^{-\beta E_\alpha}}{1 - a\, e^{-\beta E_\alpha}} = g_\alpha \frac{a}{e^{\beta E_\alpha} - a} . \qquad (218)$$

Calculemos o número total de moléculas e a energia média.
Temos

$$N = \Sigma_{(\alpha)} N_\alpha = a\, \Sigma_{(\alpha)} g_\alpha \frac{e^{-\beta E_\alpha}}{1 - a e^{-\beta E_\alpha}} = a\, \Sigma_{(\alpha)} \frac{g_\alpha}{e^{\beta E_\alpha} - a} \qquad (219)$$

$$U = a\, \Sigma_{(\alpha)} \frac{g_\alpha E_\alpha}{e^{\beta E_\alpha} - a} .$$

A energia média duma molécula é então:

$$\bar{E} = \frac{U}{N} = \frac{\Sigma_{(\alpha)} \dfrac{g_\alpha E_\alpha}{e^{\beta E_\alpha} - a}}{\Sigma_{(\alpha)} \dfrac{g_\alpha}{e^{\beta E_\alpha} - a}} \qquad (220)$$

Se nesta expressão da energia média fizermos $a = o$ obtemos a expressão (84) fornecida pela estatística clássica, e a equipartição pelos graus de liberdade.

Einstein dá à constante a o nome de *constante de degenerescência*. Os fenómenos de degenerescência são particularmente importantes quando a é grande em relação a exponencial $e^{\beta E_\alpha}$.

Estatística de Pauli, Fermi e Dirac

Pauli, com o seu *princípio de exclusão,* introduziu ordem e clareza na classificação das riscas espectrais.

Estudando a distribuïção dos electrões pelos diferentes níveis energéticos do átomo, Pauli foi conduzido a formular a seguinte regra que depois foi erigida em princípio: *a dois electrões diferentes do mesmo átomo não corresponde nunca a mesma combinação dos quatro números quânticos* n_1, n_2, n_3, s.

Pauli exprimiu esta condição como sendo uma espécie de *impenetrabilidade dos electrões* do ponto de vista da sua presença numa célula caracterizada por aqueles quatro números quânticos.

Deve-se dizer que Bohr já tinha esboçado esta ideia admitindo no seu modêlo d'átomo a existência de *trajectórias ocupadas*.

Quere dizer que está na própria natureza dêstes corpúsculos materiais o impedirem-se mutuamente de ocupar o mesmo lugar na distribuïção dos números quânticos.

Fermi em 1926 pensou que êste resultado se podia transportar para o domínio da estatística atómica e molecular.

Na teoria estatística manifesta-se uma certa analogia entre as trajectórias quânticas dos pontos representativos e as células da extensão em fase, e Fermi admitiu que as células do espaço representativo, de extensão h^3, só podem ser ocupadas por *um único* átomo; logo que uma célula contém um átomo, esta célula fecha-se a todos os outros átomos.

Isto é uma *generalização imediata da noção de impenetrabilidade da matéria.*

Independentemente Dirac fêz a mesma sugestão e mostrou que esta ideia é uma conseqüência racional da nova Mecânica quântica.

Posto isto se fôrmos procurar o número de complexões que permitem realizar uma distribuïção, deveremos procurar o número de combinações dos g_α índices N_α a N_α; mas uma dada célula não poderá figurar duas vezes, e pode mesmo de resto não figurar nenhuma vez.

O número de combinações completas é agora substituído por

$$\frac{g_\alpha!}{(g_\alpha - N_\alpha)!}.$$

Continuando o raciocínio como no problema precedente, chegamos à lei:

$$N_\alpha = g_\alpha \frac{a e^{-\beta E_\alpha}}{1 + a e^{-\beta E_\alpha}} = g_\alpha \frac{a}{e^{\beta E_\alpha} + a}. \qquad (221)$$

O que há de curioso nesta fórmula é que o sinal — do denominador da expressão (218) é substituído aqui pelo sinal + .

Se aplicarmos esta estatística aos fotões, já não introduziremos a condição

$$\Sigma_{(\alpha)} N_\alpha = N,$$

o que equivale a fazer log $a = o$, $a = 1$. Obtemos

$$N_\alpha = g_\alpha \frac{h\nu}{e^{\frac{h\nu}{kT}} + 1}, \qquad (222)$$

que já não é a fórmula de Planck a única que como se sabe é conforme aos factos experimentais.

É-se então levado a concluir que a impenetrabilidade dos diferentes elementos da extensão em fase, que parece necessário admitir por razões espectroscópicas, não é certamente legítima do ponto de vista dos fotões.

Isto sublinha mais uma vez a diferença profunda que parece existir entre os fotões e os corpúsculos materiais.

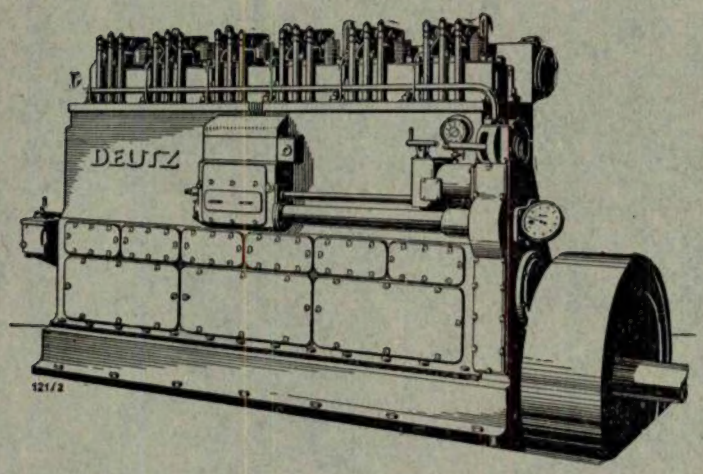
Tôdas estas questões serão retomadas em detalhe nos cursos futuros.

BIBLIOGRAFIA

E. Borel e F. Perrin — Mécanique statistique classique.
L. Boltzmann — Leçons sur la théorie des gaz.
L. Brillouin — Les statistiques quantiques — L'atome de Bohr.
L. de Broglie — Thèse nos Annales de Physique — Ondes et mouvements — Matière et lumière.
E. Fermi — Molecole e cristali.
R. H. Fowler — Statistical Mechanics.
J. Frenkel — Wave Mechanics.
J. W. Gibbs — Principes èlementaires de Mécanique statistique — Collected Works.
J. H. Jeans — Théorie dynamique des gaz — Théorie du rayonnement et des quanta.
P. Langevin — Leçons au Collège de France.
P. Langevin et M. de Broglie — La théorie du rayonnement et des quanta.
Von Laue — La théorie de la relativité.
H. A. Lorentz — Leçons au Collège de France — Lectures in Theoretical Physics.
M. Planck — Theory of Heat.
J. Rice — Statistical Mechanics.
O. W. Richardson — Theory of Matter.
R. Tolman — Statistical Mechanics — Relativity, Thermodynamics and Cosmology.

MOTORES DEUTZ

A Óleos pesados Diesel
Gás Pobre—Petróleo
— De 2 a 2000 HP. —



ÚNICOS REPRESENTANTES PARA PORTUGAL

H. VAULTIER & C.ª

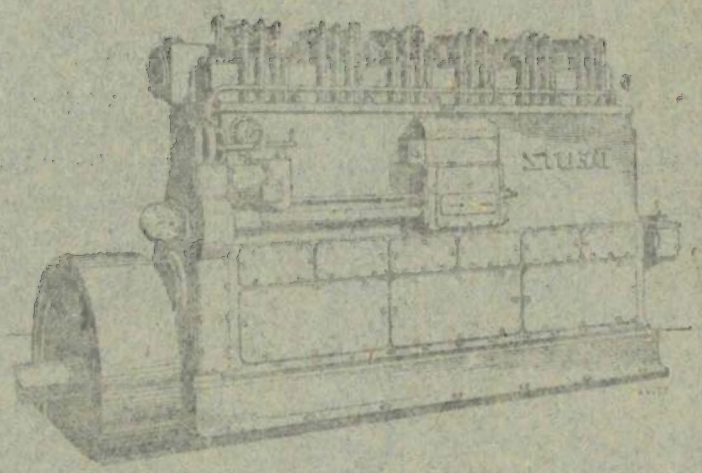
LISBOA

Enviam-se orçamentos gratuïtos

3543

MOTORES DEUTZ

A Óleos pesados Diesel
Gás Pobre — Petróleo
— De 2 a 2000 HP. —



UNICOS REPRESENTANTES PARA PORTUGAL

H. VAULTIER & C.ª

LISBOA

Enviam-se orçamentos gratuitos

O nivelamento geométrico do Canal do Tejo

PELO ENG. CIVIL (E. M.) AMILCAR DE MELO

(*Conclusão*)

CAPÍTULO IV

Características dos níveis de precisão modernos e suas rectificações

1) — Características gerais dos modernos níveis de precisão

a) O eixo principal do instrumento que era de bronze nos antigos níveis e de forma troncocónica, foi substituído por um eixo cilíndrico de aço duro. Aquela forma que se julgava ideal pois se supunha que se mantinha sempre cónica, originava ao fim de algum tempo laqueios devidos a desgastes desiguais.

b) O nível é ligado à luneta por meio de colares de invar e é munido de parafusos de rectificação; evitam-se assim os desgastes dos antigos suportes, e reduzem-se os erros devidos às variações de temperatura.

c) O nível não tem graduação com o que se evitam erros originados por enganos do observador na leitura da posição dos extremos da bôlha. Esta observa-se por meio de um sistema de prismas, que traz ao campo de visão a imagem de metade dos extremos da bôlha; o nível está calado quando os bordos das imagens coïncidem.

d) A luneta é móvel em tôrno dum eixo horizontal (movimento de báscula), por meio de um parafuso de passo muito fino com que se leva o nível que está ligado à luneta à calagem perfeita, em cada direcção a visar. Em virtude disto não é necessário verticalizar com um grande rigor o eixo principal do instrumento; a verticalização suficiente é dada pelas indicações dum nível esférico.

e) Os retículos, em vez do clássico fio de aranha, foram substituídos por uma placa de vidro com traços gravados. Daí a possibilidade duma menor espessura e ausência dos inconvenientes devidos à deformação daqueles sob a acção da umidade, ou a sua rotura durante os transportes.

f) Possuem para a focagem uma luneta interior em vez das antigas cremalheiras e dos tubos vestidos um no outro. Esta inovação confere à luneta uma grande estanquidade à umidade e à poeira.

g) São munidos de um dispositivo de avaliação rigorosa das pequenas fracções da divisão da mira, evitando a estimativa e os seus inconvenientes. Esta vantagem é mais aparente do que real, como adiante veremos.

h) A luneta pode utilizar-se nos dois sentidos, *o que se usa só para a rectificação.* Com efeito, a objectiva é um porta-retículos e o porta-retículos é também uma objectiva. Para a utilizar como tal, tira-se a ocular usual e coloca-se outra diante da objectiva normal da luneta.

i) Os níveis são em barrilete, podendo a luneta girar em tôrno do seu eixo de figura arrastando o nível; isto permite utilizar as duas linhas de fé, correspondentes às duas posições do nível.

Os mais recentes níveis não obedecem, por motivos que adiante exporemos, a algumas das características mencionadas nas alíneas *h*) e *i*).

j) As características especiais do nível n.º III que foi o aparelho utilizado no nivelamento de precisão de apoio, são: Amplificação da luneta, 36×; diâmetro da objectiva, 45 mm.; distância mínima da leitura, 3,20 m.; Comprimento da luneta, 340 mm.; sensibilidade do nível, 10″ ◇ 2 mm.

2) — O Nível do Zeiss III e a sua sensibilidade

O nível é em barrilete e portanto reversível. A bôlha é observada por um sistema de prismas que traz os dois extremos daquela ao campo de visão; o nível está calado quando os bordos das duas imagens aparecem no prolongamento uma da outra.

Êste engenhoso artifício, como se vê, duplica a sensibilidade do nível porque a um deslocamento dado do centro da bôlha corresponde

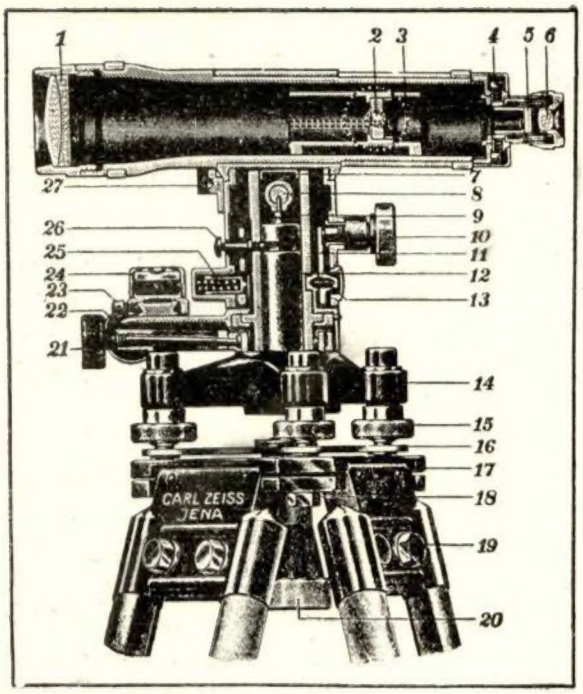


Fig. 6

para as imagens dos seus extremos um deslocamento duplo. O raio de curvatura do nível é da ordem dos 40 metros.

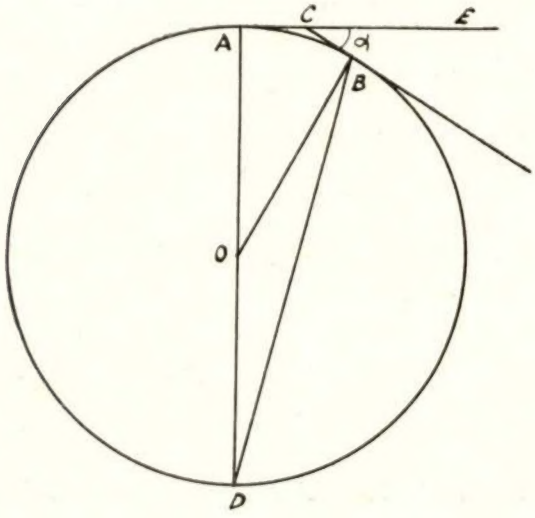


Fig. 7

Suponhamos que num nível de raio OA=R o centro da bôlha se desloca de $\overline{AB}=d$ a que corresponde um ângulo da linha de fé nas duas posições.

$$\alpha = B\hat{C}E = A\hat{O}B = 2\,A\hat{D}B$$

Supondo α muito pequeno, também o é $A\hat{O}B$ e será: $\text{sen}\ A\hat{D}B = \text{sen}\ \frac{1}{2}\alpha = \frac{AB}{DA}$

ou aproximadamente $\frac{1}{2}\alpha = \frac{d}{R}$ donde

$\alpha_{rad} = \frac{d}{R}$. Como $\alpha_{rad} = \frac{\alpha''}{206.265}$ vem

$R = \frac{206.265\,d}{\alpha''}$.

Para $d = 2^{mm}$. com $\alpha'' = 10''$ vem

$$R = \frac{206.265 \times 0{,}002}{10} = 41^{m}.$$

Supondo que o êrro na apreciação da coincidência das imagens é de $0{,}5^{mm}$ o que corresponde a $0{,}25^{mm}$ na posição real do centro da bôlha, o êrro sôbre uma mira a uma distância igual ao raio do nível, fazendo 3 leituras, uma em cada fio do retículo é: $\frac{0{,}25}{3} = 0{,}08$.

Fazendo duas séries de leituras sôbre a mira, o êrro médio é:

$$\frac{1}{\sqrt{2}}\,\frac{0{,}25^{mm}}{3} = \frac{0{,}08^{mm}}{\sqrt{2}} = 0{,}057^{mm}.$$

Mesmo a uma distância de 100^{m} o êrro ainda seria muito pequeno, pois que seria de

$$\frac{100}{41} \times 0{,}057 = 1{,}4^{mm}.$$

A esta distância, porém, a altura de mira coberta pelo fio do retículo é já da ordem dos 2^{mm} de modo que a 100^{m} mesmo que um observador experimentado bissecte a própria espessura do fio, não pode garantir uma leitura a menos de 1^{mm}.

Quanto maior fôr o raio de curvatura do nível maior é a sua sensibilidade; é corrente adoptar-se 40 a 50 metros de raio nos níveis de precisão.

Na Suíça utiliza-se um nível com um raio de 150 metros. Não há contudo interêsse em exagerar o raio, por dois motivos: primeiro, porque o movimento da bôlha perde as características de movimento oscilatório passando a ser aperiódico e leva muito tempo a ocupar a posição de equilíbrio; segundo, porque essa posição é mal determinada em virtude de atritos no tubo.

O nível é protegido por um tubo de vidro: A caixa do nível é munida de uma rótula

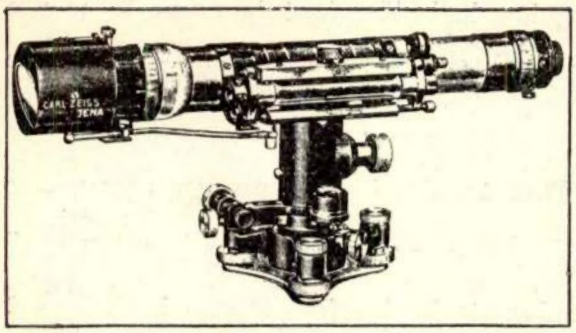


Fig. 8

esférica de um lado e tem um dado com 4 parafusos de rectificação do outro lado.

Quando o nível está à esquerda, a caixa dos prismas encontra-se por cima do nível, e por baixo dêste uma régua coberta numa das faces, por um vidro opalino, e na outra por um espelho que permite iluminar a bôlha da maneira mais conveniente.

O líquido utilizado é uma mistura de álcool e de éter, o primeiro dêstes líquidos ferve a 90°, e o segundo a 37°.

Além de outras razões, devido ao baixo ponto de ebulição da mistura, é preciso preservar o nível da acção dos raios solares. Para aumentar a sensibilidade do nível conviria um líquido muito denso, que aumenta a fôrça ascensional dos vapores que constituem a bôlha, em relação ao líquido, sem no entanto ter viscosidade. O líquido que melhor satisfaria era o sulfureto de carbono, se não fôsse decomposto pela acção da luz.

3) — Lente de focagem interna.

É uma lente negativa, e comunica ao óculo a grande qualidade de ser hermèticamente estanque, à prova da poeira e da umidade. O movimento da lente é conduzido por forma tal que o eixo óptico da luneta se mantém invariável com o movimento da focagem.

Com efeito, é condição do nivelamento de precisão que nas leituras, à retaguarda e à frente, o eixo óptico do óculo faça com a horizontal o mesmo ângulo; colocando as miras a iguais distâncias, os erros anulam-se. É preciso no entanto não modificar a focagem, pois que sendo o eixo óptico definido pela linha que une o segundo ponto nodal da objectiva, com o cruzamento dos fios do retículo, se a imagem dêste se deslocar em altura, varia o ângulo do eixo óptico com a horizontal.

Neste nível Zeiss III a precisão do deslocamento da lente de focagem é tal que os pontos entre 3 e 70 m. que se projectam sôbre o cruzamento dos fios do retículo, estão numa mesma recta.

A existência da lente de focagem negativa torna os óculos mais curtos para a mesma amplificação.

4) — O retículo.

O retículo é, como já dissemos, constituído por traços muito finos (da ordem do milésimo de milímetro), gravados em vidro. Consta de um fio vertical, um horizontal a um dos lados do anterior, e do outro lado um v deitado cuja bissectriz é o prolongamento do fio horizontal. O retículo é estadiado — a constante da estádia é 100, e a correcção de Reichenbach é igual a zero para distâncias superiores a 10 metros. Os dois fios horizontais são reduzidos a pequenos traços para se não confundirem com o fio médio quando se faz uma só leitura. O retículo do nível Zeiss n.º III não possui parafusos para o rectificar, mas o anel excêntrico no qual êle está montado, permite ajustar bem o nível. Êste anel não está à vista e é uma operação só para oficina.

No nível taqueométrico só se chega aos parafusos desmontando-o.

5) — Placa de faces paralelas para a leitura nas miras de invar.

As modernas miras de precisão são como atrás referimos constituídas por uma fita de invar tensa por uma mola, com suas graduações descaladas cêrca de 0,25 cm. A graduação é em meios centímetros e os traços são grossos a-fim-de permitirem leituras a grande distância, fazendo-se uma coincidência perfeita com o fio do retículo que tem a mesma espessura aparente dêsses traços, a distâncias da ordem de 70 a 80 m. Nas miras Zeiss o traço tem 0,8 mm.

Às pequenas distâncias a bissecção torna-se impossível.

Serve então a parte do retículo que tem a forma de um v deitado e que se leva a rasar os cantos do traço grosso.

Sucede, porém, que em geral, o fio médio do retículo não cairá sôbre um traço da mira. O óculo está, porém, provido de um dispositivo que se adapta à objectiva, constituído por uma grossa placa de faces paralelas, móvel em tôrno do eixo horizontal, por meio de um tirante ligado a um tambor preso à luneta.

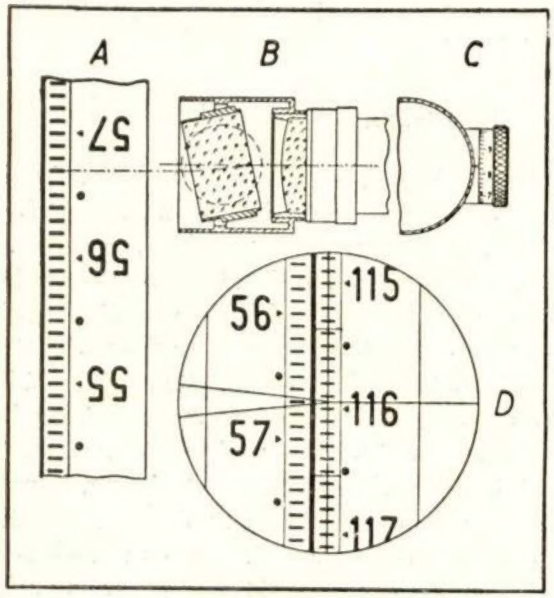


Fig. 9

A rotação da placa introduz um desvio na direcção dos raios luminosos, de modo que é sempre fácil fazer com que o fio do meio bissecte o traço da mira, ou o fio em v rase tangencialmente os dois ângulos do traço.

Quando um feixe de luz paralela incide sôbre a placa perpendicularmente às faces paralelas, atravessa-a sem desvio. Se a placa estiver inclinada de um ângulo i sôbre o raio luminoso, à saída, êste fica afastado da sua direcção de uma distância d.

Sendo *e* a espessura da placa, i e r os ângulos de incidência e de refracção, tem-se $d = AC \operatorname{sen}(i - r)$ e $AC = \frac{e}{\cos r}$ donde $d = \frac{e \operatorname{sen}(i - r)}{\cos r}$.

Para ângulos i muito pequenos em que se possa tomar $\operatorname{sen} i = i$, $\cos i = 1$, como $\frac{\operatorname{sen} i}{\operatorname{sen} r} = n$ sendo n o índice de refracção, vem $d = \frac{e(n-1)}{n} i$.

O desvio do feixe é então proporcional ao ângulo de que rodou a lâmina. Um tambor graduado permite medir o ângulo i e portanto o deslocamento do feixe.

O tambor está dividido em 20 partes cuja décima ainda se pode avaliar por estimativa:

$$\frac{1}{20} 0,5 \text{ cm.} = 0,25 \text{ mm.}$$

A estimativa dando 1 décimo da divisão, daria 0,025 do milímetro. No entanto o número de centésimas da leitura não é garantido; depende da precisão com que se faz a coincidência e varia a cada coincidência.

Dissemos que esta vantagem é mais ilusória do que real. Com efeito pode dizer-se que há duas tendências distintas nos nivelamentos de precisão. Numa prescreve-se encurtar a distância da mira ao aparelho sendo a distância máxima permitida de 36 a 40 metros (Espanha). Pretende-se assim obter leituras certas na mira de pelo menos deci-milímetros, não se notando que certos erros sistemáticos inerentes a cada estação de nível, aumentam na razão directa do número de estações por quilómetro.

A outra tendência é diminuir o mais que se puder o número de estações por quilómetro para reduzir êstes erros; assim os americanos, com uma luneta de amplificação igual a 42, e um nível de sensibilidade igual a 1″,8 ◇ 2 milí-

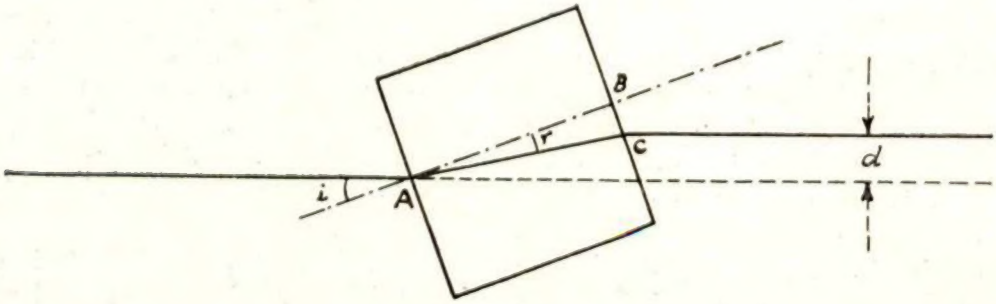


Fig. 10

metros, permitem uma distância máxima entre miras, de 300 metros, nas suas linhas de alta precisão. (Spec. pub. 129 e 140 do C. G. S.). Bem entendido, esta distância de 150 metros da mira ao aparelho só se deverá usar quando as condições atmosféricas e de visibilidade forem as melhores.

A tais distâncias, o espaço de mira coberto pelo fio do retículo atinge quási 2 milímetros, é tanto maior quanto mais fôr a amplificação da luneta e a distância a que a mira está. Nestas condições, nada significam os décimos de milímetro dados pela placa de faces paralelas.

6) — **Rectificação do instrumento.**

A leitura que corresponde à horizontal é dada pela média de 4 leituras feitas nas condições indicadas na figura junta. Designamos por I, II, III, IV as posições do instrumento e l_1, l_2, l_3 e l_4, as médias das leituras nos 3 fios do retículo em cada posição

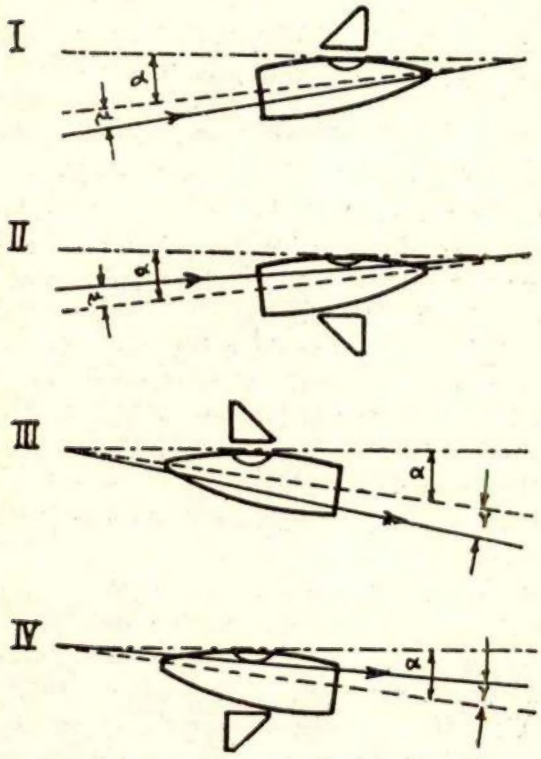


Fig. 11

(I) Ocular N.º I — Nível à esquerda: $\alpha + \mu$
(II) Ocular N.º I — Nível à direita: $\alpha - \mu$
(III) Ocular N.º II — Nível à direita: $\alpha + \nu$
(IV) Ocular N.º II — Nível à esquerda: $\alpha - \nu$

em que são:

—.—.—.—.—.—. a linha de fé ou directriz do nível
———————— eixo óptico do óculo
---------- bissectriz das duas linhas de fé.

Supõe se que as duas directrizes não são paralelas, e que o eixo óptico não é paralelo à directriz do nível.

O visor da caixa dos prismas é móvel de modo a poder voltar-se para o operador e êste poder observar a coïncidência das imagens dos extremos da bôlha sem se deslocar.

A ideia da mudança da ocular, servindo-se dum óculo nos dois sentidos, é uma nova realização da ideia que teve o ilustre geodesta português o Coronel de Engenharia Brito Limpo, de associar dois óculos com a objectiva e ocular em extremos opostos de um em relação ao outro.

Esta realização é, porém, muito expedita, pois que a inversão do sentido do eixo da luneta só se faz de tempos a tempos, ou quando o aparelho tenha sofrido algum choque que faça suspeitar da sua desrectificação; dá por isso uma muito sensível economia de tempo.

As operações a realizar para rectificar o nível Zeiss III são as seguintes:

1.ª — Verticalizar o eixo principal por meio do nível esférico.

2.ª — Tornar as directrizes do nível paralelas ao plano vertical que contém o eixo óptico da luneta.

O eixo óptico relativo à ocular N.º I coïncide muito sensìvelmente com o eixo mecânico da luneta.

Cala-se o nível na posição I por meio do parafuso do movimento de báscula e roda-se o óculo arrastando o nível até que êste esteja por cima daquele. A bôlha desloca-se. Actuando então nos parafusos de rectificação do nível que se encontram agora com os eixos verticais, cala-se de novo o nível.

3.ª — Tornar o eixo óptico relativo à ocular I paralelo à bissectriz das directrizes do nível.

Traz-se o nível à posição directa, cala-se de novo e faz-se a leitura sôbre uma mira colocada a uma distância tal que o operador leia com segurança os meios milímetros (cêrca de 40 a 50 metros).

Para isso a mira deve estar encostada pela parte superior, a um objecto firme e colocada sôbre a sapata; dão-se a esta pequenos deslocamentos com um martelo, até que a calagem do nível esférico da mira seja perfeita, (o que se pode verificar com um fio de prumo).

Fazem-se as 3 leituras cuja média é l_1. Roda-se o óculo para a posição II e fazem-se as 3 leituras cuja média é l_2.

Se o nível estiver rectificado é $l_1 = l_2$. Se não estiver, actuando no parafuso do movimento de báscula, leva-se o fio médio do retículo a projectar-se sôbre a leitura, $\frac{l_1 + l_2}{2}$

O nível deixa de parecer calado.

Aproximam-se as imagens dos extremos da bôlha até à coincidência por meio dos dois parafusos do nível que tem agora os seus eixos verticais.

Procede-se de novo a esta rectificação sempre que se verifique nas leituras a 30 metros, uma diferença superior a 0,001 entre as medidas na posição directa e na inversa.

4.ª — Tornar o eixo óptico relativo à ocular I, e a bissectriz das directrizes do nível, paralelos conjuntamente ao eixo mecânico e horizontais.

Supomos o nível colocado então a uma distância da mira de cêrca de 50 m. e seja l_1 a média das leituras feitas sôbre a mira, nos 3 fios do retículo, com a ocular n.º 1 e o nível à esquerda.

Rodemos com o óculo em tôrno do seu eixo de figura, colocando assim o nível na posição inversa; calemo-lo de novo e seja l_2 a média das 3 leituras nessa posição.

Façamos $\frac{l_1 + l_2}{2} = m_1$ Se a rectificação anterior tiver ficado perpeita, é: $l_1 = l_2 = m_1$ como já dissemos.

Passa-se então ao uso da ocular n.º II. Para isso alivia-se a pinça de fixação do movimento azimutal e desaperta-se o parafuso de fixação da ocular n.º I, retirando-a com uma rotação para a esquerda e para fora.

Tira-se então do estojo a ocular n.º II, que se coloca sôbre o aro da objectiva normal do óculo, por simples encaixe imprimindo-lhe uma rotação enquanto ela avança sôbre o óculo.

Inverte-se tôpo a tôpo a posição do visor que dá a imagem da bôlha do nível.

Aponta-se o óculo novamente, cala-se o nível e faz-se uma nova leitura com os 3 fios. É preciso focar novamente visto que a lente de focagem interna se deve deslocar para o extremo oposto àquêle em que se encontrava.

Seja l_3 a respectiva média. Roda-se o óculo em tôrno do seu eixo geométrico, cala-se novamente o nível e seja l_4 a média das novas leituras. Enquanto l_1 e l_2 diferem, quando o nível está relativamente rectificado, quando muito, de alguns milímetros, as leituras l_3 e l_4 podem diferir, mesmo estando o nível excelente, até de centímetros.

Façamos a média $m_2 = \frac{l_3 + l_4}{2}$ A leitura que corresponde à horizontal, é:

$$m = \frac{m_1 + m_2}{2} = \frac{l_1 + l_2 + l_3 + l_4}{4}$$

Se o aparelho está bem rectificado, isto é, se a caixa dos prismas está na posição que permite obter uma pontaria horizontal, ter-se-há: $m_1 = m_2 = m$

Se isto se não der, obriga-se o óculo, com a ocular N.º I, por meio do parafuso de báscula, a ler no fio do meio: $\frac{m_1 + m_2}{2}$ ou uma leitura que difira de m_1 no máximo de 1 mm. ou de m de 0,5 mm. O nível deixou de estar calado. É preciso dar à caixa dos prismas um movimento de translacção que leve as imagens da bôlha à coincidência.

Alivia-se a porca da caixa dos prismas e rodando com o parafuso serrilhado desta, desloca-se a caixa paralelamente ao eixo do óculo, até que o nível se apresente calado.

Faz-se uma verificação outra vez com a ocular N.º II, e em regra o óculo está já rectificado.

Convém notar que o movimento de translacção da caixa dos prismas paralelamente ao eixo do nível, tem por fim deslocar a posição da directriz do nível, relativamente a êste.

Com efeito, chama-se directriz, à tangente da linha média do tubo do nível, situado num plano vertical da simetria dêste, no sentido longitudinal (meridiano no nível em barrilete, equador no nível em toro) e na posição média da graduação. Como no nível de que estamos tratando não existe graduação, a directriz pode

deslocar-se relativamente ao tubo do nível, à nossa vontade. Êsse deslocamento será feito de modo tal que só com duas leituras se obtenha a média que seria dada pelas 4 leituras se elas se fizessem.

Supôs-se nos esquemas que apresentámos, que o eixo geométrico ou mecânico da luneta, em tôrno da qual o nível gira para se poderem utilizar as suas directrizes, coincidia com o eixo óptico. Uma análise geométrica mais pormenorizada permite verificar que se êstes eixos não coincidirem, a média das 4 leituras citadas é isenta ainda dêste êrro. (Gil Lasantas, págs. 35 a 38). Esta análise é análoga à teoria do nível de Brito Limpo (Conde d'Ávila, pág. 53 e segs.).

7) — Os mais recentes níveis Zeiss e Wild e a sua rectificação.

Nos mais modernos níveis dêstes dois fabricantes, deixou de se poder inverter o sentido de observação na luneta, e de utilizar as duas directrizes do nível. A razão invocada pelos fabricantes é a seguinte: as diferenças:

$$l_1 - m = x_1 \ldots l_4 - m = x_4$$

são 4 incógnitas cuja soma é zero, produzidas pelos ângulos $\alpha + \mu$, $\alpha - \mu$, $\alpha + \upsilon$ $\alpha - \upsilon$. à distância da leitura. Quando o nível é novo, a sua soma é zero, isto é, há compensação perfeita dos erros, tomando a média das quatro leituras. (Ver os esquemas da fig. 11).

Ao fim dum certo número de anos e sem que o nível esteja inutilizado, o desgaste inevitável de certas superfícies em contacto faz com que aquela compensação se não dê, por falta de simetria das direcções consideradas, isto é a disposição dum nível com tantos movimentos livres, dá-lhe ao fim de algum tempo uma certa instabilidade. Preferiram porisso a fabricação de níveis em que o número de movimentos, e portanto de desgastes se reduziu ao mínimo, deixando de fazer níveis com inversão e mudança de ocular.

8) — Rectificação dêstes níveis.

Escolhe-se uma faixa de terreno firme e livre de trânsito; colocam-se duas miras 1 e 2 sôbre sapatas ou pregos firmes distanciadas de 60 m. e o nível a meia distância entre as miras. Determina-se a diferença de nível das duas referências; essa diferença de nível é isenta de êrros, pois que o eixo óptico faz um determinado ângulo com a horizontal, e a êsse ângulo corresponde igual êrro x nas leituras sôbre as duas miras; teremos:

$$d_n = (l_2 + x) - (l_1 + x) = l_2 - l_1$$

Aproximemos então o nível até 10 m. duma delas; ficará pois a 50 m. da outra. Determinemos novamente a diferença de nível. Se o valor obtido fôr igual ao anterior, o nível está rectificado. Se o não fôr, deduziremos pelo sinal da diferença de nível se o ângulo do eixo óptico com a horizontal, é para cima desta ou para baixo.

Suponhamos que na primeira estação as leituras obtidas eram: $l_1 = 1{,}2940$ e $l_2 = 1{,}8540$, isto é: $d = 0{,}5600$ e que na segunda estação se obtiveram os valores: 1,3855 e 1,9495, isto é: $d' = 0{,}5640$.

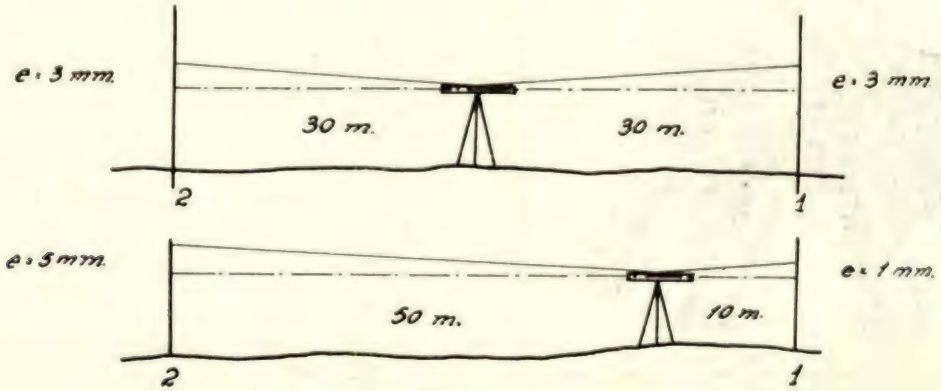


Fig. 12

Notemos que a leitura a obter será 0,560 e como o êrro na mira 2 será 5 vezes maior do que o da mira 1; as leituras deviam ser: $l'_1 = 1{,}3845$ $l'_2 = 1{,}9445$ cuja diferença já é

$$d = 0{,}5600$$

Então, apontando para a mira 2, levemos o fio médio da luneta, com o parafuso do movimento de báscula, a projectar-se sôbre 1,9445: aparecem-nos as extremidades da bôlha distantes uma da outra. Alivia-se então a porca que trava o movimento da caixa dos prismas, e, pelo parafuso desta desloca-se a caixa paralelamente a si mesma, até que os dois extremos da bôlha nos apareçam coïncidentes.

Faz-se a leitura em 1 e ver-se-á que não deferirá de 1,3845 de mais de $0{,}5^{mm}$. Está rectificado o nível.

9) — Caracteristicas do nível taqueométrico Zeiss

a) — *Descrição geral do aparelho*

Foi com êste aparelho que se fêz o estudo do traçado e o nivelamento das obras. O nível taqueométrico é uma combinação de um aparelho de nivelamento com alguns órgãos de um teodolito.

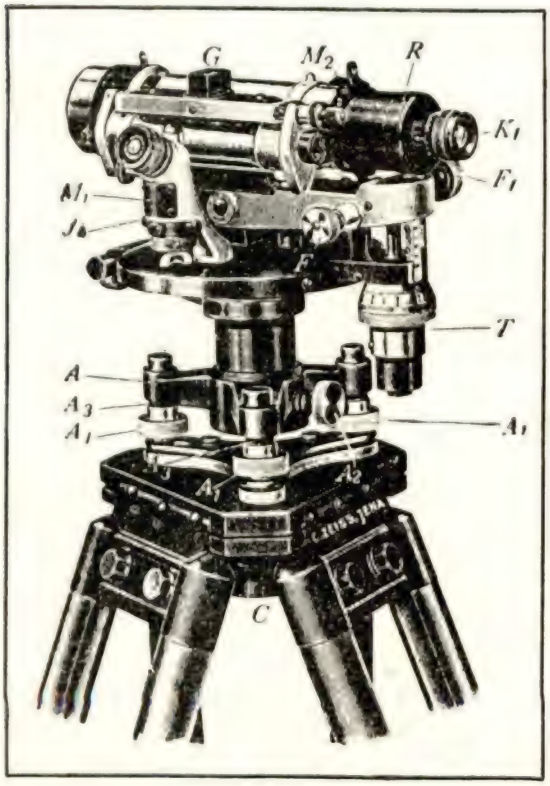


Fig. 13

Em terrenos planos ou fracamente acidentados êle pode ser utilizado como um taqueómetro, se bem que mais moroso na sua utilização. O principal fim dêste aparelho é para o levantamento de perfis em que a inclinação máxima das pontarias não excede 15 %. Por isso é de aconselhar o seu emprêgo nos traçados de estradas e principalmente caminhos de ferro e canais, excluindo dêstes as partes em túnel e as obras de arte.

A um nível como o descrito anteriormente, menos sensível e de óculo mais curto, juntou-se um limbo horizontal e deu-se a faculdade de o eixo do óculo se poder deslocar no plano vertical que contém o eixo principal do instrumento, medindo-se num tambor a tangente do ângulo de que o óculo se deslocou.

As caracteristicas do aparelho são as seguintes:

Amplificação do óculo.....	30 vezes
Abertura livre da objectiva...	35^{mm}
Distância mínima de focagem	$2{,}^{m}5$
Comprimento da luneta.....	21^{cm}
Sensibilidade do nível reversível	$20'' \diamond 2^{mm}$
Diâmetro do limbo horizontal	110^{mm}
Amplitude das medidas com o parafuso de tangentes.....	$tg\alpha = \pm 0{,}0015$
Precisão do limbo horizontal..	0,01 grado

Nada diremos acêrca dos dispositivos comuns a êste instrumento e ao Nível Zeiss III, já descrito.

A mesa do tripé é plana bem como a base dos parafusos nivelantes. O tripé tem uma lâmina basculante vasada, movel em tôrno de um eixo situado num dos vértices da mesa.

Na fenda da lâmina introduz-se o parafuso de fixação da base ao tripé, que se ajusta com apêrto suave. O movimento da lâmina, arrastando o aparelho, permite realizar uma centragem mais rigorosa sôbre a estação.

A objectiva também é susceptível de receber uma lâmina de faces paralelas para a leitura de décimos de milimetro sôbre a mira.

b) — *Rectificações do nível*

As operações 1.ª, 2.ª e 3.ª da rectificação realizam-se como no nível Zeiss n.º III. Não existindo nêste aparelho a reversibilidade da luneta, a operação 4.ª não se faz como se indicou para aquêle nível Zeiss, mas sim como nos modernos níveis Zeiss e Wild como se descreveu no parágrafo 8).

Para diminuir o número de tentativas, trazem os níveis um traço vermelho em cada extremo; a coïncidência das suas imagens dá a posição aproximada da caixa dos prismas. Uma rectificação rigorosa só se obtém pelo processo atrás indicado.

c) *Tambor das tangentes*

Um parafuso micrométrico de eixo vertical movendo-se dentro de uma porca ligada ao prato horizontal, permite inclinar a luneta acima ou abaixo da posição horizontal, medindo êsse ângulo pela sua tangente.

A luneta é ligada a uma placa que se apoia por meio de uma ágata sôbre a extremidade do parafuso, e é mantida sob tensão por meio de uma mola.

Cada volta do parafuso corresponde a um ângulo cuja tangente vale 0,01. O tambor está dividido em 100 partes, cuja décima se pode apreciar por estimativa.

Portanto, uma parte do tambor corresponde a um ângulo, cuja tangente é 0,0001, e por estimativa ainda se aprecia 0,00001.

O número de voltas é indicado pelo deslocamento de um índice sôbre uma alça graduada.

Vejamos como êste aparelho pode dar, por duas leituras no fio médio do retículo, a distância da mira ao centro da estação, e a diferença de nível da base da mira ao centro da luneta.

Seja D a distância horizontal que separa o centro da estação do ponto onde se encontra a mira; h_i a altura do instrumento (mede-se com a fita a altura do suporte do fio de prumo sôbre a referência da estação e soma-se a distância do eixo do óculo àquele ponto).

Demos ao tambor n_1 voltas e seja l_1 a leitura na mira, e l_2 a leitura quando se der n_2 voltas. Sendo α e β as inclinações do eixo da luneta, temos:

$$\operatorname{tang} \alpha = 0{,}01\ n_1 \qquad \operatorname{tang} \beta = 0{,}01\ n_2$$

e

$$h_1 = D \operatorname{tang} \alpha \qquad h_2 = D \operatorname{tang} \beta$$

seja:

$$h_2 - h_1 = l_2 - l_1 = g \qquad n_2 - n_1 = n$$

e então

$$h_2 - h_1 = D\,(\operatorname{tang} \beta - \operatorname{tang} \alpha) = D\,\frac{n_2 - n_1}{100}$$

donde

$$D = 100\,\frac{g}{n}$$

Para

$$n = 1 \quad \text{tem-se} \quad D = 100\ g.$$

A diferença de nível é:

$$dN = h_i + h_2 - l_2 = h_i + h_1 - l_1$$

$$= h_i + D\,\frac{n_2}{100} - l_2 = h_i + D\,\frac{n_1}{100} - l_1$$

Esta igualdade constitui uma verificação.

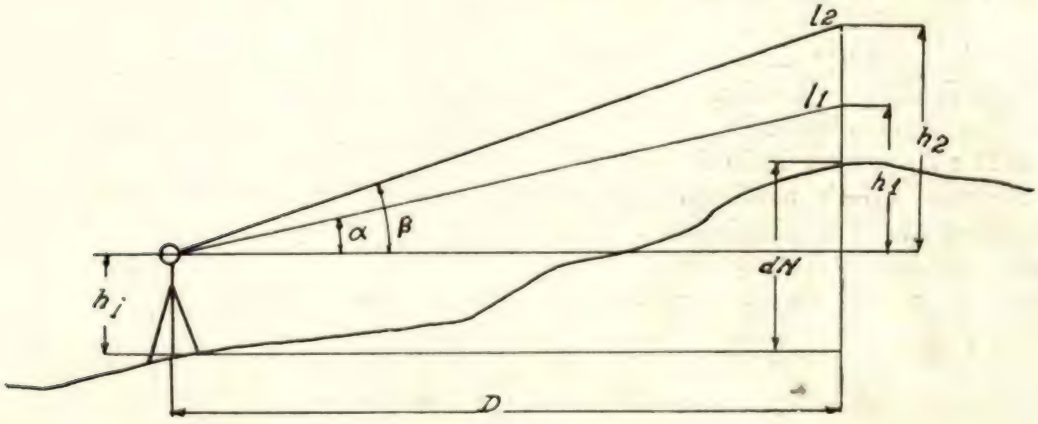


Fig. 14

Visando a base da mira tem-se, sendo n_0 o número de voltas e fracções medidas no tambor

$$dN = h_1 + D\frac{n_0}{100}$$

Em geral fazem-se 3 leituras dando n voltas ao tambor $n + 1$ voltas e $n + 2$ voltas. O valor de D e de dN deduzido das duas primeiras observações deve ser igual ao obtido pela 2.ª e 3.ª leituras.

Trabalhando-se com o tambor, o êrro médio quilométrico pode atingir 2 ou 3 centímetros. Costuma, porém, utilizar-se êste aparelho servindo o tambor para os pontos secundários; para os pontos principais, isto é, para os destinados a transmitir cota, usa-se com o tambor no zero, como nível de precisão.

Para se garantir 5^{cm} no valor de D é preciso ler com um rigor de $0{,}5^{mm}$ as leituras l_1 e l_2; é preciso, porisso, para evitar os erros introduzidos pelos laqueios fazer o ajustamento para a leitura, girando com o tambor sempre no mesmo sentido: em regra o dextrorsum.

Quando se voltar com o aparelho ao zero, leva-se até atrás do zero e depois com o movimento para a direita levar-se-á rigorosamente ao zero. Pode verificar-se que o nível aparecerá calado, se o ajustamento fôr feito como se indicou.

CAPÍTULO V

Correcções introduzidas nos nivelamentos de precisão

1) — Correcções de esfericidade e refracção

O valor da diferença de nível entre dois pontos A e B, dado pela diferença das leituras feitas em duas miras colocadas verticalmente em B e A, por um óculo de eixo óptico horizontal $dN_1 = h_b - h_a$ supõe que as superfícies de nível são planos horizontais. Ora as superfícies de nível são em primeira aproximação, esferas concêntricas com o centro da terra.

Consideremos então em C um nível com o eixo óptico horizontal, isto é, tangente à superfície de nível S que passa por C, e duas miras em A e B às distâncias d e d'. Sejam h'_a e h'_b as intersecções da superfície de nível S nas duas miras em A e B. A diferença de nível que se *pretende determinar* é: $dN = h'_b - h'_a$ e a que as leituras fornecem é dN_1.

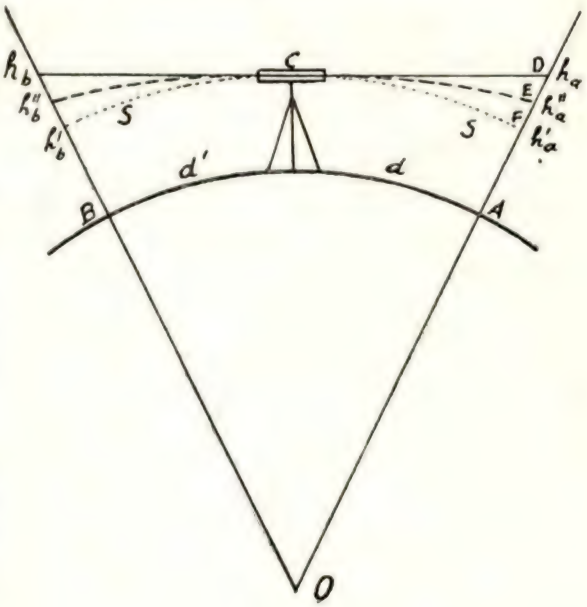


Fig. 15

Devido à curvatura das superfícies de nível, os objectos situados à mesma cota do observador *parecem* abaixo da horizontal dêste. Um outro fenómeno porém vem modificar as condições do problema.

Os raios luminosos que do objecto visado se dirigem para o observador, atravessando camadas de ar de diferentes temperaturas e índices de refracção, seguem uma trajectória curva que volta a concavidade para o solo; êste fenómeno ocasiona que os objectos afastados *pareçam* mais elevados do que realmente são.

Se não existisse êste êrro de refracção que faz ler h''_a em vez de h_a, a leitura corrigida do efeito de esfericidade, seria: $h'_a = h_a - \sigma_e$ sendo $\sigma_e = DF$.

Designando R o raio médio de S, seria

$$(R + \sigma_e)^2 = R^2 + d^2$$

ou aproximadamente $\sigma_e = \frac{d^2}{2R}$

A correcção de esfericidade em B seria $\sigma_e = \frac{d'^2}{2R}$

Por virtude do efeito da refracção, a leitura obtida sôbre a mira, é h''_a, visto que devido a êste efeito o observador vê o ponto D em E.

O ângulo $D\hat{C}E$, conforme estabeleceu Bessel, é dependente do estado definido pela pressão e temperatura, do estado higrométrico do ar no trajecto do raio luminoso e para um mesmo estado, é proporcional ao ângulo com centro no da Terra e lados no centro do instrumento e no ponto visado.

Designando por m a constante de proporcionalidade, e por δ o ângulo de refracção é:

$$\delta = D\hat{C}E = m\, C\hat{O}A = m\frac{d}{R}$$

e a correcção de refracção σ_r será

$$\sigma_r = \delta \,.\, d = m\frac{d^2}{R}$$

A correcção total devida aos dois efeitos é então para a leitura na mira em A

$$\sigma_a = DF - DE = \sigma_e - \sigma_r =$$

$$= \frac{d^2}{2R} - m\frac{d^2}{R} = (1 - 2m)\frac{d^2}{2R}$$

O valor de m é 0,070; então será

$$\sigma_a = (\frac{1}{2} - m)\frac{d^2}{R} = 0{,}43\frac{d^2}{R}$$

Para o valor de R correspondente à nossa latitude vem:

$$\sigma = \frac{0{,}43}{6.371.229{,}3}\, d^2 = 0{,}6749 \times 10^{-7} .\, d^2$$

Para $d = 100$ m, ter-se-ia:

$$\sigma = 0{,}6749 \times 10^{-5} = 0{,}674 \text{ mm.}$$

Os valores de σ encontram-se tabelados para distâncias de 5 a 200 m., de metro a metro.

Para reduzir a diferença de nível aparente à diferença de nível real, não temos mais do que aplicar as correcções acabadas de determinar. Sendo h_f e h_r as leituras nas miras à frente e à retaguarda, σ_f e σ_r as correcções nas duas leituras, a diferença de nível correcta dos efeitos de esfericidade e refracção, é:

$$dN = (h_f - \sigma_f) - (h_r - \sigma_r) =$$

$$= (h_f - h_r) - (\sigma_f - \sigma_r)$$

$$= (h_f - h_r) - \left(\frac{d_f^2}{R} - \frac{d_r^2}{R}\right) \times 0{,}43$$

Por esta expressão se vê que fazendo as leituras sôbre miras a distâncias iguais do nível; $d_f = d_r$ a correcção de refracção e esfericidade resultante é nula.

Num nivelamento de grande rigor a igualdade das distâncias da mira ao aparelho para cada estação do nível, nas leituras à retaguarda e à frente, impõe-se mais com o fim de eliminar os erros sistemáticos instrumentais do que pròpriamente pelos erros devidos aos efeitos da refracção e esfericidade.

Com efeito, desde que a igualdade das distâncias não seja respeitada, não temos mais do que introduzir para cada distância da mira ao aparelho (que as próprias leituras dão visto que o aparelho é estadiado), a respectiva correcção dada pela tabela.

Para os erros instrumentais é que tal não sucede.

Suponhamos por exemplo que se utiliza uma só ocular, e que a direcção definida pelas duas leituras do nível na posição directa e na posição inversa, dá aos 25 metros de distância um êrro de $+ 2^{mm}$ sôbre a mira.

Fazendo as leituras à retaguarda e à frente a iguais distâncias, ter-se-ia anulado o êrro, igual em ambas as leituras.

Fazendo uma leitura a 25 metros e a outra a 50 metros, o êrro que na primeira era de $+ 2^{mm}$, na segunda seria de $+ 4^{mm}$, e o êrro resultante seria $+ 2^{mm}$.

Ora não se encontram erros tão grandes, porquanto pelos parafusos se rectificaria o nível até que o êrro fôsse $0{,}0005^{m}$ à distância ótima para a rectificação. O exemplo exposto mostra, porém, claramente, a necessidade de colocar as miras a iguais distâncias do aparelho.

Impossível se torna num terreno cortado de acidentes respeitar esta regra; o que se faz então é compensar os erros cometidos em cada estação, de modo que dentro do mesmo trôço, entre marcas, a soma das distâncias à retaguarda seja sensivelmente igual à soma das distâncias à frente.

2) — Correcções da equação da mira e de índice da mira

A medição das diferenças de altitude das marcas faz-se tomando para unidade o metro da mira cujo valor pode ser diferente do metro na realidade.

Chama-se equação da mira ao valor do metro desta expresso no metro legal.

A necessidade de corrigir as diferenças de nível desta causa de êrro é evidente pois que, se a mira tiver um êrro de $0^m,0002$ por metro, num trôço com uma diferença de cotas entre os extremos de 50^m, o êrro cometido seria de 10^{mm}.

A determinação do comprimento da unidade da mira, faz-se num aparelho denominado comparador; consta essencialmente dum sistema de dois microscópios micrométricos, à distância muito aproximada dum metro, fixos a um sistema rígido: um *carro* e tendo dois movimentos em direcções perpendiculares.

Por um dêsses movimentos leva-se a linha definida pelos retículos dos microscópios, a visar dois traços da graduação da mira distantes de 100 divisões, e a visar os extremos dum padrão que é em geral um metro bi-metálico; mantém-se sempre paralela a si mesma, ao eixo da mira, e à linha de separação dos metais do metro.

Mede-se em voltas do tambor a distância entre os retículos fixos dos microscópios expressa em unidades da mira e em unidades do metro bi-metálico. A temperatura interna ou temperatura média dêste metro é deduzida da posição de traços feitos num dos metais (o menos dilatável), em relação a uma série de traços feitos no metal mais dilatável, normais todos êles à linha de separação dos dois metais.

O movimento na outra direcção permite percorrer com os microscópios todo o comprimento da mira; o metro normal é montado num outro carro para se deslocar também paralelamente àquele.

Em regra deve fazer-se a comparação da mira antes de sair para o campo e no regresso.

Nas miras de madeira toma-se para eqüação da mira a média dos valores determinados naquelas duas comparações.

Nas miras com fita de invar toma-se nota da temperatura enquanto se opera e aplica-se-lhe uma correcção para atender ao coeficiente de dilatação do invar, aliás muito pequeno.

A correcção de índice da mira só tem de se efectuar quando se trabalha com duas miras, e diz respeito à diferença de comprimentos entre o plano tangente à calote inferior do talão da mira, e um mesmo traço: 10 cm. em ambas as miras. Escolhendo miras bem acabadas em que esta diferença não ultrapasse 0,1 a 0,2 do mm., não é necessário atender a esta correcção, e ela só tem lugar se no trôço houve um número ímpar de estações, como é fácil de ver, desde que as miras se alternem.

3) — Erros sistemáticos nas linhas de nivelamento.

Utilizando um bom nível de precisão no género dos já descritos, bem rectificado, referências provisórias bem firmes e o chapéu abrigo para evitar desiguais efeitos de temperatura sôbre a bôlha do nível, e os cuidados anteriormente referidos, os resultados das operações de nivelamento, directa e inversa, satisfarão em geral às tolerâncias prescritas.

Sucede por vezes, porém, que apesar dêstes cuidados e mesmo depois de introduzidas as correcções de esfericidade e refracção e embora em cada trôço os fechos e os errros médios satisfaçam e fiquem mesmo muito àquem da tolerância imposta, no fim duma secção a diferença entre as somas das operações directas e inversas, acusa um fêcho muito superior à tolerância.

Estamos então em presença de erros sistemáticos; êstes, devido à constância do seu sinal, embora de muito pequeno valor num trôço, podem com a sua acumulação, ultrapassar bastante a tolerância admitida.

Entre as causas de êrros sistemáticos apontaremos as seguintes:

a) assentamento do aparelho ou das referências.

b) desigual iluminação da mira nas posições à retaguarda e à frente.

c) inclinação uniforme do caminho a nivelar, que actua pela desigualdade da distância do solo ao raio luminoso, à retaguarda e à frente, produzindo refracções anómalas.

d) direcção ou azimute da linha a nivelar,

que introduz um êrro sistemático compensado com a correcção ortométrica dinâmica.

Para compensar os erros devidos ao assentamento do aparelho, usam-se duas miras A e B e procede-se da maneira seguinte: nas estações da ordem ímpar lê-se primeiro na mira à retaguarda e depois na mira à frente, nas estações de ordem par procede-se ao contrário; isto é, em cada estação, lê-se sempre a mira A em primeiro lugar.

Consideremos então duas estações: I e II, e as 3 posições das miras 1, 2 e 3.

Suponhamos que as leituras que se deviam obter nas estações I e II, eram: h_{IA}, h_{IB}, h_{IIA} e h_{IIB}, no caso da imobilidade do aparelho durante as duas estações.

Admitamos, porém, que durante o tempo decorrido, desde que se ultimou a leitura de A, até se ultimar a de B, o *aparelho* assentou da grandeza x, e que êste assentamento é proporcional ao tempo que durar a estação.

A leitura feita na estação I na mira B é $h_{IB} - x$. A diferença de nível correcta seria $h_{IB} - h_{IA}$ e a determinada é $h_{IB} - x - h_{IA}$. Se na estação II lermos primeiro na mira A: h_{IIA} e depois na mira B: h_{IIB}, se o aparelho assentar, *durante o mesmo tempo, a mesma quantidade,* a diferença de nível determinada será: $h_{IIA} - (h_{IIB} - x) = h_{IIA} - h_{IIB} + x$. A diferença de nível que se determinaria se não houvesse assentamento, seria $h_{IIA} - h_{IIB}$.

A diferença de nível determinada entre os pontos de cota 1 e 3 será, no caso de não haver assentamento do aparelho:

$$(h_{IB} - h_{IA}) + (h_{IIA} - h_{IIB})$$

e no caso de o haver, mas desde que obedeça àquela hipótese, com o método usado nas leituras será:

$$(h_{IB} - x - h_{IA}) + (h_{IIA} - h_{IIB} + x) =$$

$$= (h_{IB} - h_{IA}) + (h_{IIA} - h_{IIB})$$

que é, como se vê, igual ao valor anterior e portanto isento da influência do assentamento do aparelho.

É evidente que se o aparelho e a mira assentarem quantidades diferentes já êste processo não tem fundamento.

É essencial também que o tempo gasto em cada estação seja sensivelmente o mesmo. Devido a esta causa de êrro, o melhor operador não é, para o C. G. Survey o que nunca repete troços, pois que tal operador gastará muito tempo em cada estação. Os melhores operadores para aquele organismo são os que repetirem 5 a 15 por cento dos troços nivelados. (Sp. Pub. n.º 140).

Quando a-pesar destas precauções os êrros apresentarem constância de sinal, o observador deve vigiar a maneira como o porta-mira faz o seu serviço, se mantém a mira bem vertical e até mesmo mudar de porta-mira. Deve também experimentar a mudança no horário do seu serviço: se fazia as operações directas de manhã e de tarde as inversas, alterará o programa.

Com efeito, uma das miras será de manhã, vista sempre ao sol e a outra sempre à sombra, durante a operação directa. A troca das duas operações compensará os êrros devidos à desigual iluminação das miras.

Se a linha percorre uma rampa extensa, numa das miradas o raio luminoso passa mais próximo do solo do que na outra, e tendo as camadas de ar temperaturas diferentes, as refracções serão também diferentes, originando um êrro sistemático.

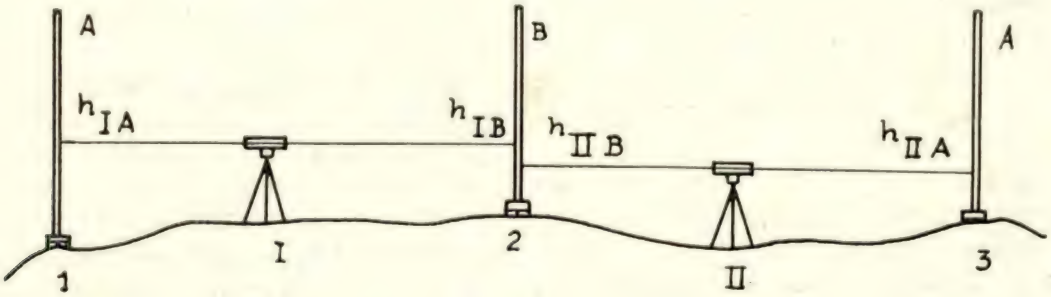


Fig. 16

Os melhores dias para nivelar são por isso os de sol encoberto, porque a temperatura do ar é mais uniforme e próxima da do solo, e a iluminação também mais uniforme.

Para evitar que apareçam discrepâncias que se acumulem e que tornem sensível o fecho entre as operações directa e inversa, devido a êstes erros sistemáticos, é costume, em troços alternados, efectuar os nivelamentos em sentidos contrários, e se possível for com operadores diferentes.

4) — Correcção ortométrica-dinâmica

Embora esta correcção não tenha uma grande influência no nivelamento de obras hidráulicas e que raramente ultrapassarão a centena de quilómetros (o Canal do Alviela mede 114), como ela é muito superior aos erros das observações, não deixaremos de a apresentar.

Dissémos que a correcção de esfericidade era introduzida conjuntamente com a de refracção; a correcção de esfericidade supõe como o nome indica, que se trata o globo terrestre e as suas superfícies de nível, como esferas.

Chamam-se superfícies de nível ou superfícies equipotenciais as que têm o mesmo potencial de gravidade; elas são em cada ponto perpendiculares à direcção da gravidade.

Entende-se por fôrça da gravidade a resultante da atracção newtoniana do globo terrestre e da fôrça centrífuga.

A superfície média dos mares supostos em equilíbrio (a existência das grandes correntes marítimas invalida esta hipótese), é uma superfície de nível. A superfície dum lago em que a temperatura da água seja uniforme, é também uma superfície de nível; tais superfícies são ainda superfícies de igual pressão hidrostática.

Designando W o potencial do campo da gravidade, a equação dessas superfícies é, designando S um deslocamento

$$\frac{\partial W}{\partial S} = 0$$

ou

$$W = \text{const.}$$

Como o trabalho executado entre duas superfícies de nível no transporte da unidade de massa é igual numèricamente, à diferença de potencial, é:

$$d\,W = -g\,dh$$

sendo g a aceleração da gravidade, e dh a diferença de *nível* ou distância entre duas superfícies de nível infinitamente próximas.

Sucede, porém, que as superfícies de nível não são esferas, mas até certo ponto elipsóides de revolução coaxiais com o elipsóide de referência da geodesia.

Consideremos então duas superfícies de nível elipsóidicas S_1 e S_2, por exemplo as que respeitam ao nível médio do mar, e à superfície dum lago muito extenso na direcção norte-sul. Figuremos a intersecção dessas superfícies no plano do meridiano, coincidente com o da figura.

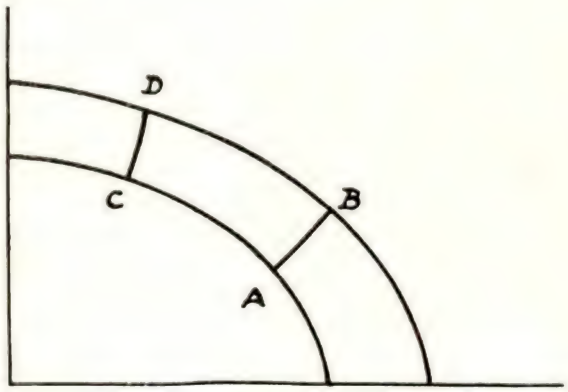


Fig. 17

Nas operações correntes de nivelamento obter-se-á para AB um valor superior a CD.

Com efeito, devido ao não paralelismo das superfícies de nível, uma destas superfícies que esteja situada, no equador, 1.000 m. acima do nível médio do mar, estará, nos polos situada 995 m. acima daquele nível.

Sempre que uma linha de nivelamento seguir a direcção do meridiano, aparece uma causa de erros sistemáticos a que é necessário atender.

Antes de prosseguir, notemos que de três maneiras distintas se poderá obter a distância entre um ponto e a superfície de nível de referência, que é o nível médio do mar: *a)* segundo a normal à superfície de nível que passa pelo ponto dado; *b)* segundo a normal à superfície de referência e passando pelo ponto dado; *c)* segundo a vertical do ponto dado.

A superfície matemática da terra ou geóide, é a superfície do nível médio dos mares, e o seu prolongamento sob os continentes como se êstes fossem porosos e neles se não dessem fenómenos de capilaridade. Para obter sob os continentes, na vertical de cada ponto, um ponto desta superfície, cavar-se-ia um canal de paredes verticais infinitamente próximas, até ao mar mais próximo. A posição aí tomada pela água representa a secção do geóide sob o continente.

Esta superfície acompanha, esbatendo-as, as irregularidades da orografia; com efeito, a massa duma montanha produz pela sua atracção local, um entumescimento nas superfícies equipotenciais vizinhas, o que se traduz por uma variação na aceleração da gravidade e nos raios de curvatura dessas superfícies. Estas variações determinam-se por medidas gravimétricas: — para as primeiras com os pêndulos e para as segundas com as balanças de torsão. Ora a igualdade dos níveis médios das águas, nos mares em comunicação, depende do valor da intensidade do campo gravítico nos pontos comparados, e torna-se porisso necessário calcular a influência dêstes acidentes nas diferenças de nível que se pretendem determinar.

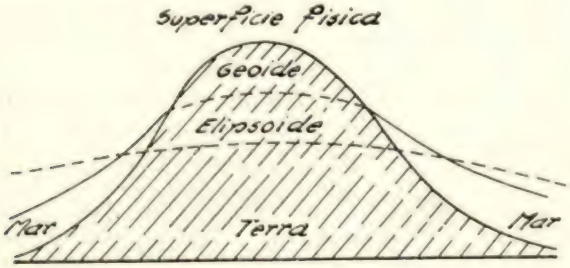


Fig. 18

Precisemos ainda a noção de vertical.

Definimos vertical dum ponto, a linha de fôrça do campo gravítico que passa por êsse ponto, isto é, a trajectória de um ponto material de massa igual à unidade, colocado nesse ponto, e aí abandonado sem velocidade inicial às fôrças do campo.

Essa linha é de dupla curvatura. Na sua projecção no meridiano ela volta a concavidade para o lado do polo do respectivo hemisfério, e no primeiro vertical volta-a no sentido de Leste denunciando assim uma tendência das massas flutuantes se deslocarem para Sul e para Oeste. Em cada ponto ela é tangente à direcção do fio de prumo.

Por aqui se vê que a vertical e a normal a uma superfície de nível não são coincidentes tendo apenas um elemento comum.

No entanto, mesmo para as maiores altitudes do globo: 10.000 m., os comprimentos dos três caminhos a que há pouco nos referimos, segundo os quais se pode medir a distância dum ponto ao nível do mar, só diferem entre si de ínfimas fracções do milímetro.

Levantada a ambiguidade do comprimento de AB ou CD, ainda resta a de se obter para AB um valor superior a CD (Fig. 17).

De duas maneiras se poderia fazê-la desaparecer.

Um dos processos consistiria em corrigir a diferença de nível de modo tal, que se pudesse obter para um dado ponto B_1, a distância efectiva contada segundo a vertical entre êsse ponto e a superfície do mar.

Ao valor assim obtido chamar-se-ia cota ortométrica.

A correcção à diferença de nível para obter a cota ortométrica, a partir dos resultados do nivelamento, chamar-se-ia correcção ortométrica.

Notemos que se falou em correcção ortométrica duma diferença de nível e não correcção ortométrica a uma cota e que aquela correcção é atribuída a um valor obtido seguindo um determinado caminho.

Pode acontecer que pontos da mesma superfície do lago tenham diferentes cotas ortométricas e que portanto, inversamente, pontos com a mesma cota ortométrica, estejam em superfícies de nível diferentes.

Êste inconveniente é eliminado no outro método, o do número dinâmico ou cota dinâmica.

Neste método abstrai-se do conceito de distância medida sôbre a vertical; cada superfície é caracterizada por um número que a designa, e que é a sua cota.

Toma-se para diferença de cotas entre duas superfícies equipotenciais o valor numérico do trabalho necessário ou fornecido ao passar a unidade de massa de um ponto qualquer de

uma para um ponto qualquer da outra superfície.

Designando por h o caminho medido sôbre a vertical quando se passa da cota n à cota n + 1, o trabalho correspondente W, é

$$W = h\,g$$

sendo g o valor médio da intensidade do campo gravítico (numèricamente igual à aceleração da gravidade no sistema de unidades adoptado), entre as superfícies de cotas n e n + 1.

Para um determinado trabalho, a distância de duas superfícies equipotenciais varia na razão inversa da aceleração g, e como o valor de g se pode determinar, pode-se medir h, ou seja o afastamento das superfícies equipotenciais.

Como a definição de cota assim dada é arbitrária, para a fixar, introduzamos como termo de comparação a aceleração g num ponto arbitràriamente escolhido, e façamos:

$$W = h\,\frac{g}{g_1} = h\left(1 + \frac{g - g_1}{g_1}\right)$$

A variação de cota é assim o deslocamento contado na vertical, corrigido duma grandeza positiva ou negativa, que se obtém multiplicando o próprio deslocamento, pela variação relativa da aceleração da gravidade do lugar que se considera, para o que se tomou como termo de comparação.

Assim, a determinação da aceleração da gravidade é o indispensável complemento de um nivelamento, e o verdadeiro significado das cotas perde o seu sentido se não se tiverem feito medidas gravimétricas ao longo da linha a nivelar, em tantos pontos quantos os necessários para estabelecer uma fórmula empírica que dê a lei da variação da gravidade.

Ora como a intensidade do campo gravítico terrestre numèricamente igual a g varia, ao longo dos meridianos com a latitude (por variar a distância ao centro da terra e por variar a fôrça centrífuga), e no mesmo lugar consoante a altitude (por variar o afastamento ao centro da terra), será necessário atender à sua variação para o cálculo das correcções.

A conhecida fórmula

$$g = g_1\,(1 - \alpha \cos \varphi)$$

em que φ é a latitude, serve para calcular a correcção. O coeficiente α tem por valor 0,002644.

Discutindo aquela fórmula vê-se que para

$$\varphi = 0^0 \text{ é } g = g_1\,(1 - \alpha) \quad W = h\,(1 - \alpha)$$
$$\varphi = 45^0 \text{ é } g = g_1 \quad W = h$$
$$\varphi = 90^0 \text{ é } g = g_1\,(1 + \alpha) \quad W = h\,(1 + \alpha)$$

isto é, no equador em que a gravidade é mínima, a variação de cota é inferior ao deslocamento, nas altas latitudes em que a gravidade é máxima, a variação de cota é superior ao deslocamento. Para a latitude de 45° cuja aceleração foi tomada para têrmo de comparação a variação de cota é igual ao deslocamento na vertical, *por convenção.*

A fórmula de Clairaut convenientemente moficada, tem a expressão seguinte:

$$g = g_1\,(1 - \alpha \cos 2\varphi + \beta \cos^2 2\varphi - k\,h)$$

em que são:

$$\beta = 0{,}000.007 \qquad k = 0{,}000.000.315$$

e a cota determinada pelo nivelamento, expressa em metros.

Seja W o trabalho dispendido para elevar a unidade de massa do nível do mar à cota ortométrica h, e seja H a cota dinâmica.

Por definição é

$$W = \int_0^h g\,d\,h =$$
$$g_1 \int_0^h (1 - \alpha \cos 2\varphi + \beta = \cos^2 2\varphi - k\,h)\,dh$$
$$= g_1\,(1 - \alpha \cos 2\varphi + \beta \cos^2 2\varphi)\,h - k\,\frac{h^2}{2}$$

O coeficiente k tem por valor mais exacto do que o dado:

$$k = \frac{315}{10^9}\left(1 + \frac{71}{10^5}\cos 2\varphi - \frac{23}{10^8}\,h\right)$$
$$= k'\,(1 + \gamma \cos 2\varphi - c\,h)$$

e então seria

$$W = g_1\,(1 - \alpha \cos 2\varphi + \beta \cos^2 2\varphi)\,h$$
$$- k' \int (1 + \gamma \cos 2\varphi - c\,h)\,h\,dh$$
$$= g_1\,(1 - \alpha \cos 2\varphi + \beta \cos^2 2\varphi)\,h -$$

$$-k'\frac{h^2}{2}\left(1+\gamma\cos 2\varphi-\frac{2}{3}ch\right)$$

e como é, por convenção:

$$\frac{W}{g_1}=H$$

vem:

$$(1)\quad H=h-(\alpha\cos 2\varphi-\beta\cos^2 2\varphi)\,h$$

$$-\frac{1}{2}k'h^2(1+\gamma\cos 2\varphi)+\frac{1}{3}k'c\,h^3$$

Como H é constante em cada superfície de nível, esta eqüação é a das superfícies de nível da Terra expressa nas coordenadas φ e h. Procuremos agora o valor da correcção ortométrica.

Consideremos duas superfícies infinitamente próximas de coordenadas (φ, h), e ($\varphi+d\varphi$, $h+dh$).

Derivando a equação anterior e notando que é H = const., vem

$$\frac{dh}{d\varphi}-\frac{dh}{d\varphi}(\alpha\cos 2\varphi-\beta\cos^2 2\varphi)+$$

$$+2h(\alpha\,\mathrm{sen}\,2\varphi-\beta\cos 2\varphi\,\mathrm{sen}\,2\varphi)-$$

$$-k'h(1+\gamma\cos 2\varphi)\frac{dh}{d\varphi}+$$

$$+k'h^2\gamma\,\mathrm{sen}\,2\varphi+k'c\,h^2\frac{dh}{d\varphi}=0$$

ou

$$\frac{dh}{d\varphi}[1-\alpha\cos 2\varphi+\beta\cos^2 2\varphi-$$

$$-k'h(1+\gamma\cos 2\varphi)+k'c\,h^2]+$$

$$+2h(\alpha\,\mathrm{sen}\,2\varphi-\beta\,\mathrm{sen}\,4\varphi+$$

$$+\frac{1}{2}k'h\gamma\,\mathrm{sen}\,2\varphi)=0$$

donde

$$dh=\frac{-2h(\alpha\,\mathrm{sen}\,2\varphi-\beta\,\mathrm{sen}\,4\varphi+\frac{1}{2}k'h\gamma\,\mathrm{sen}\,2\varphi)}{1-\alpha\cos 2\varphi+\beta\cos^2 2\varphi-k'h(1+\gamma\cos 2\varphi-ch)}d\varphi$$

Efectuando as operações acha-se

$$dh=-2h\alpha\,\mathrm{sen}\,2\varphi\left[1+\left(\alpha-\frac{2\beta}{\alpha}\right)\cos 2\varphi+\right.$$

$$\left.+k'h\left(1+\frac{\gamma}{2\alpha}\right)+\ldots\right]d\varphi$$

O termo k'h é desprezível em face dos erros das observações, e então poderemos escrever

$$dh=-2h\alpha\,\mathrm{sen}\,2\varphi\left[1+\left(\alpha-\frac{2\beta}{\alpha}\right)\cos 2\varphi\right]d\varphi \qquad (2)$$

Tal é a expressão que permite calcular a *correcção ortométrica* para uma *determinada diferença de nível*. O valor de h que devia ser a cota ortométrica substitui-se, sem êrro sensível para o cálculo, pela cota geométrica. É o valor de h depois de junto à correcção dh que entra na fórmula (1), obtendo-se então a cota ortométrica-dinâmica.

Depois de se ter aplicado a correcção da esfericidade e refracção, os dois pontos visados sôbre as miras estão sôbre a mesma superfície esférica. As miras medem as distâncias verticais dessa superfície às referências sôbre que as miras estão colocadas.

Supondo que a linha de nivelamento se está executando no hemisfério Norte, a leitura sôbre a mira que está a Norte, está mais próxima do nível do mar do que a que corresponde à outra, e a diferença é o valor dh dado pela expressão (2).

Para facilidade de cálculo as grandezas que entram nas fórmulas que dão dh e H encontram-se tabeladas.

Na fórmula que dá o H, encontram-se duas correcções. A primeira que se representa por D_1 h

$$-(\alpha\cos 2\varphi-\beta\cos^2 2\varphi)\,h=-D_1\,h$$

constitui a correcção dinâmica referente à variação de latitude e é expressa na mesma unidade de h.

A segunda correcção;

$$-k'\frac{h^2}{2}\left(1+\gamma\cos 2\varphi-\frac{2}{3}c\,h\right)=-D_2\,h^2$$

representa a correcção dinâmica para a altitude.

O valor da cota ortométrico-dinâmica é então:

$$H=h-D_1\,h-D_2\,h^2$$

Para frisar o quantitativo destas correcções, consideremos só a primeira parcela de dh

$$dh=-2h\alpha\,\mathrm{sen}\,2\varphi\,d\varphi$$

e façamos

$$h = 500\,\text{m.} \qquad \varphi = 38^0 \qquad d\varphi = 1^0$$

Virá

$$\text{sen}\, 2\varphi = 0{,}2419 \qquad d\varphi = 0{,}01745 \text{ rad.}$$

e teremos:

$$dh = -2 \times 500 \times 0{,}00264 \times 0{,}2419 \times 0{,}01745 = 0{,}109 \text{ m.}$$

isto é, a correcção ortométrica da altitude do Palácio da Pena, em Sintra, determinada por nivelamento geométrico a partir dum ponto que diste dêle de 111 km, é de cêrca de 10 cm.

5) — **Erros sistemáticos e acidentais.**

Quando se pretende obter um determinado grau de confiança no valor numérico duma grandeza, é preciso fazer pelo menos duas determinações dessa grandeza. Se elas forem concordantes, isto é, se a diferença entre os resultados das duas medições, for menor que uma fracção prèviamente fixada do seu valor numérico ou inferior a uma grandeza determinada, pode-se tomar como valor mais plausível da grandeza medida, a média aritmética das duas determinações.

Em certas determinações toma-se a média dum elevado número de valores medidos.

Nos nivelamentos fazem-se em geral apenas duas determinações; só quando as diferenças ultrapassam a tolerância admitida, se nivela de novo até obter dois resultados concordantes.

Estas duas determinações fazem-se percorrendo as distâncias entre as referências em sentidos opostos, com o fim de compensar certos erros sistemáticos, cujo sinal depende do sentido do percurso.

Sejam n_1 e n_2 os dois valores obtidos para uma diferença de nivel entre marcas colocadas à distância de 1^{km}. O êrro de fecho ou discordância é $\triangle = n_2 - n_1$ e suponhamos que é $n_2 > n_1$. O valor mais aceitável para a diferença de nível é $n = \frac{n_1 + n_2}{2}$ e os desvios são:

$$\delta_1 = n_1 - n \qquad \delta_2 = n_2 - n$$

tendo o valor comum $\frac{\triangle}{2}$.

As grandezas que se usam para julgar da precisão das medidas: êrro médio ε_1 e êrro médio quadrático ε_2, tem por valores:

$$\varepsilon_1 = \frac{\delta_1 + \delta_2}{2} = \frac{n - n_1 + n_2 - n}{2} = \frac{\triangle}{2}$$

$$\varepsilon_2 = \sqrt{\frac{\delta_1^2 + \delta_2^2}{2}} = \sqrt{\frac{\left(\frac{\triangle}{2}\right)^2 + \left(\frac{\triangle}{2}\right)^2}{2}} = \pm\frac{\triangle}{2}$$

isto é, coincidem em valor absoluto.

Seja F o fêcho da determinação da diferença de nível entre duas marcas situadas à distância de K quilómetros, compreendendo K marcas extremas de troços. O êrro médio da diferença de nível entre os extremos é $E = \pm\frac{F}{2}$. Designando e_k o êrro médio das determinações dos troços, tem-se por um teorema da teoria dos erros:

$$E = e_k\sqrt{K}$$

donde

$$e_k = \frac{F}{2\sqrt{K}}$$

O êrro médio assim deduzido não dá exactamente noção da precisão com que as medidas foram feitas, pois pode ter havido uma compensação de erros nos vários troços de que se compõe a secção ou linha que estivermos analizando.

Assim, tomando por um lado tôdas as operações directas e por outro tôdas as inversas, pode encontrar-se até um valor superior à tolerância fixada; isto revela uma acumulação de erros sistemáticos. Faz-se um gráfico tomando como abcissas as distâncias e como ordenadas os erros de fêcho assim determinados para cada trôço englobando sempre todos os anteriores; esta linha será em geral uma linha sinuosa cuja inclinação média em relação ao eixo das abcissas dá a parte sistemática de êrro da linha nivelada: as sinuosidades em relação à linha média representam os erros fortuitos.

Bem entendido, esta investigação dos erros sistemáticos só deve fazer-se depois de introduzidas tôdas as correcções atrás indicadas.

Para determinar o êrro médio acidental provável e o êrro médio sistemático provável há fórmulas mais ou menos exactas deduzidas por alguns geodestas.

Assim, segundo von Baeschilin aquela linha média a que atrás nos referimos devia ser traçada de modo que a soma dos quadrados das ordenadas dos pontos da recta fôsse mínima.

Esta maneira de a determinar conduziria a um cálculo mais laborioso sem no entanto trazer uma diferença apreciável aos valores dados pelas usadas segundo voto da Associação Internacional de Geodesia. O prof. Jordan também deduziu fórmulas mais exactas do que estas; como, porém, a prática demonstrou que as da Associação Internacional de Geodesia sem perderem muito rigor dão pràticamente os mesmos resultados que as de Jordan e Baeschilin, resolveu-se adoptar para todos os países as seguintes:

1.º — Êrro acidental provável: (η_r)

$$\eta_r^2 = \frac{1}{9}\left[\frac{\Sigma\triangle^2}{\Sigma L} - \frac{\Sigma r^2}{(\Sigma L)^2}\cdot\Sigma\frac{S^2}{L}\right]$$

2.º — Êrro sistemático provável (σ_r) ou (σ_R)

a) — Grupos de linhas não formando rêde (σ_r)

$$\sigma_r^2 = \frac{1}{9}\,\frac{1}{\Sigma L}\,\Sigma\frac{S^2}{L}$$

b) — Rêde composta pelo menos por 10 polígonos (σ_R)

$$\sigma_R^2 = \frac{1}{\Sigma L^2}\left(\frac{2}{9}\,\Sigma f^2 - \eta_r^2\,\Sigma L\right)$$

Nestas fórmulas designam:

L — O comprimento expresso em Km. de uma linha ou lado dum polígono

$\triangle$ — A discordância ou êrro de fêcho entre duas marcas consecutivas

S — A discordância sistemática total numa linha ou lado

f — O êrro de fêcho dum polígono fechado depois de aplicada a correcção ortométrica

r — A distância de duas marcas consecutivas.

Para obter os valores numéricos dos quadrados dos erros médios correspondentes a estes, mutiplicar-se-iam os segundos membros das expressões atrás indicadas por 9/4.

Para a dedução ver as obras citadas no final de Cifuentes e Hugo Mazzetti.

6) — Compensação dos nivelamentos

Numa rêde de nivelamento sucederá que a diferença de nível entre dois vértices, terá diferentes valores conforme o caminho que se seguir, mesmo depois de introduzidas tôdas as correcções.

Para que não suceda êste facto que ocasiona ter uma determinada marca, vértice dum polígono, cotas diferentes conforme a linha a que se considere pertencente, é necessário fazer a *compensação da rêde*.

Tal qual como para as rêdes de triângulos, há dois métodos para compensar os nivelamentos: o método das diferenças de nível, e o método das cotas. No primeiro procuram-se circuitos fechados da rêde, e estabelece-se que a soma das correcções às diferenças de nível em cada lado do polígono que forma o circuito, é igual e de sinal contrário ao fêcho do circuito: depois da compensação o seu fêcho será nulo. Há tantas equações de condição quantos os circuitos independentes; resolvido o sistema de equações normais a que elas conduzem, obtém-se as diferenças de nível compensadas correspondentes a cada lado do polígono.

No segundo método atribui-se a cada marca de vértice uma cota que é um valor aproximado até à casa decimal certa qualquer que seja o caminho seguido, mais uma correcção que é a incógnita a determinar por um sistema de equações normais.

BIBLIOGRAFIA

Instruções para o exercicio dos nivelamentos geométricos de precisão — Brito Limpo, Lisboa, 1883.

Dos nivelamentos de precisão e da sua superficie de referência — Conde d'Avila, Lisboa, 1895.

Nivelamentos de precisão em Portugal — Lisboa, 1898.

» » » » » — » 1900.

» » » » » — » 1906.

Nivelamento Geométrico de Precisão — Cotas de nivel — Lisboa, 1900.

Nivelamento Geométrico de Precisão — Cotas de nivel — Lisboa, 1905.

Nivellements de haute précision — Ch. Lallemand.

Anuario del Instituto Geográfico Militar—1.º volume — 1912, e 4.º volume — 1915 a 1919 — Hugo Mazzeti, Buenos Aires.

Proyecto de nivelaciones de alta precision par la Peninsula, por M. Cifuentes e Gil Lasantas — Talleres del Instituto Geográfico, Madrid, 1926.

Manual of first-order leveling — Henry G. Avers — Special Publ. n.º 140 do Coast & Geodetic Survey, Washington, 1935.

Geodetic Level and Rod — Parkhurst — Spec. Pub. n.º 129 — do Coast & Geodetic Survey, Washington, 1935.

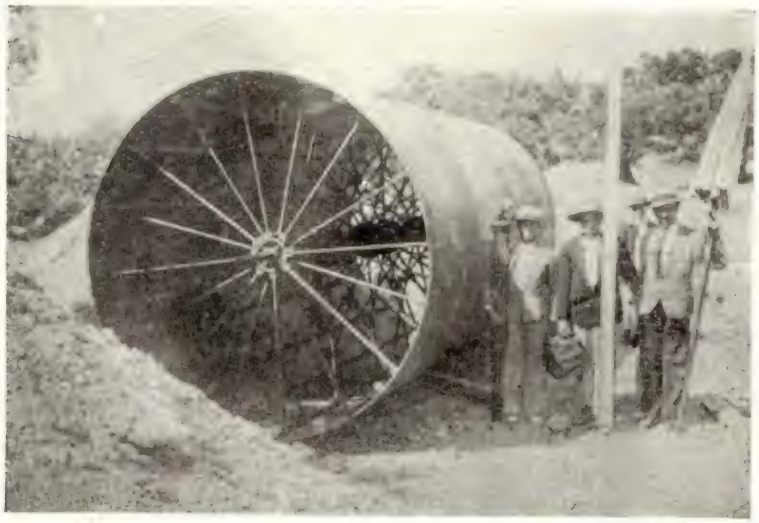


Fig. 17 — A brigada de nivelamento junto de um molde do canal

---

ERRATA

Pág. 461 da Revista, coluna 2.ª, linhas 27, 28 e 29, onde se lê: «A maior trincheira entre a Várzea da Silveira e a Aldeia ao Sobralinho, media 2.302 m.», leia-se: «A maior trincheira entre a Quinta da Aldeia em Sacavém e o Túnel 4 a S. João da Talha, media 2.312 m.».

VIDA ESCOLAR E ASSOCIATIVA

Relatório da gerência da "Técnica" no ano lectivo de 1936 - 1937

DA DIRECÇÃO

Muito difícil teria sido a vida da nossa *Técnica* se não tivesse antecedido a nossa direcção muitas outras que por ela trabalharam com entusiasmo, dedicação e inteligência. A situação económica desafogada em que a viemos encontrar não teria sido possível sem os nossos predecessores. Dêste modo desapareceram as preocupações que costumam ser capitais nas nossas publicações. As nossas publicações técnicas, vivem, por assim dizer, da boa vontade e dedicação do respectivo meio. Os artigos não são pagos, ao contrário do que sucede nas revistas estrangeiras. O papel é caro, a fotografia também e os meios auxiliares de que se pode dispôr em publicações dêste género põem imediatamente de lado um certo número de aperfeiçoamentos tipográficos por serem econòmicamente inaplicáveis.

Procurou-se, sempre que possível, dar razoável desenvolvimento à parte fotográfica da revista, facto êste que, aliás, se vem acentuando desde a direcção anterior.

Continuou também a aumentar o número de artigos publicados pelos alunos I. S. T., de tal modo que êste ano, 37 % daqueles, pertenciam a êstes.

Contratempos sucedidos na publicação do «número especial», aliás absolutamente estranhos à Revista, obrigavam-nos a atrazar, a saída desta, de um mês.

Um outro facto curioso a observar é o da publicação de artigos de professores de escolas estrangeiras, que para isso foram por nós convidados. Entre êles conta-se E. Freyssinet, bem conhecido pelas suas novas concepções sôbre o betão-armado.

Os serviços estatísticos e administrativos foram actualizados, e sob êsse ponto de vista, a *Técnica* fica devendo muito ao nosso colega Luiz Lobato.

Vamos dar em resumo, a comparação com o ano anterior. (*)

QUADRO I

AUTORES	Número de artigos		Número de páginas		Em %	
	1935-36	1936-37	1935-36	1936-37	1935-36	1936-37
Professores e Assistentes	9	7	81	61	26,6	21,6
Engenheiros I. S. T.	5	8	35	72	11,5	25,6
Alunos I. S. T.	5	17	104	87	34,1	30,8
Engenheiros (outras escolas)	2	4	27	35	8,8	12,4
Outros colaboradores	4	6	18	23	15,9	8,2
Artigos não assinados	1	4	3	4	1,0	1,4
Transcrição de disposições legais	1	—	37	—	12,1	—
	27	46	305	282	100,0	100,0

(*) Só do ano anterior é que possuimos, organizados pelo nosso colega A. C. Xerez, os elementos necessários à comparação.

QUADRO II

ASSUNTOS	Número de artigos		Número de páginas		Em %	
	1935-36	1936-37	1935-36	1936-37	1935-36	1936-37
Engenharia Civil	8	16	91	121	30,0	43,0
» Química	5	2	23	11	7,5	3,8
» Minas	1	2	11	7	3,5	2,4
» Electrotécnica	1	3	6	13	2,0	4,3
» Máquinas	—	5	—	72	—	23,5
Vários	12	18	174	59	57,0	21,0
	27	46	305	282	100,0	100,0

Convém notar que em 1935-36 se publicaram, excepcionalmente, 9 revistas (36 páginas por revista, incluindo Mundo Técnico e Notas Bibliográficas) e em 1936-37, 8 revistas (38 páginas, idem). Como se pode ver no Quadro II, continua a acentuar-se maior colaboração sôbre engenharia civil.

Uma outra conclusão interessante, tirada do Quadro II, é que enquanto que em 1935-36, 57 % do número de páginas se destinaram a artigos não especializados, em 1936-37, só 21 % das páginas da Revista foram aplicadas em semelhantes assuntos, resultado muito animador que seria de tôda a vantagem manter.

* * *

O corpo redactorial auxiliou de maneira preciosa a vida normal da Revista. José Augusto dos Santos e José Ataíde foram dois devotados amigos que lhe sacrificaram, gostosamente, grande parte do seu tempo e a sua inteligência.

A êstes colegas e a Luiz Lobato, administrador da Revista devo a facilidade com que consegui desembaraçar-me do cargo de director da *Técnica*.

E agora guardo para o fim os agradecimentos meus e de meus colegas aos empregados Teófilo Rodrigues e Biker, a quem a Revista ficou a dever, pela sua boa-vontade, aquelas facilidades que só esta pode obter.

MANUEL BRAVO

Eng. Civil (I. S. T.)

DA ADMINISTRAÇÃO

A gerência que termina teve uma despesa extraordinária em relação às gerências anteriores: dispenderam-se 13.500$00 na edição das Tabelas de Resistência de Materiais. Limitamo-nos a terminar o que a gerência anterior tinha começado: aquisição dos direitos de autor aos srs. engenheiros Silva Carvalho e Campos Pereira.

Poucos lucros auferimos da edição, por ela ter sido feita quási no fim do ano lectivo. As vendas, já efectuadas, dão-nos a garantia da próxima gerência poder vender cêrca de 300 exemplares, do milhar que editamos.

Está justificada a razão de ser do pequeno saldo apresentado, comparado com os dos anos anteriores.

Vejamos as receitas:

O facto de publicarmos só oito números, aliás publicação normal da revista, diminuiu as receitas correspondentes. As anomalias que se verificaram na instalação e organização dos serviços da Associação dos Estudantes, natural no caso em questão, trouxeram-nos menor venda de revistas para os sócios. Houve, também, menor venda de revistas nas livrarias, aumentando, contudo, a venda avulso. Venderam-se colecções de revistas para aqueles que desejavam completar as suas colecções desde o primeiro número.

Não conseguiu o I. S. T. dispor da verba com que costumava subsidiar a revista. Foi uma receita a menos.

A secção de publicações teve maior movimento do que nos anos anteriores. A receita já acusa, é certo, a venda das Tabelas de Resistência.

Vejamos as despesas:

O preço médio da revista, isto é custo médio da sua publicação, foi êste ano, de 2.680$00, tendo sido no ano anterior de 2.551$50. Esta diferença acusa o aumento de preço do papel, aumento que se fará sentir ainda mais na próxima gerência.

Tivemos de converter as 14 obrigações do Fundo de Consolidação, no valor 7.000$00. A nova gerência empregará a mesma verba na aquisição de novos títulos do Estado.

Resumidamente, demos ideia do movimento da administração da revista, estando as verbas descriminadas no quadro respectivo.

Comparando o saldo do ano passado — 25.967$10 — com o saldo dêste ano — 14.225$10 — acrescido da despesa extraordinária da edição das tabelas — 13.500$00 — e do costumado subsídio do I. S. T. — 1.000$00 —, concluímos que a revista teve um lucro de cêrca de 3.000$00 na gerência que terminou.

Esta conclusão é animadora. Está demonstrado, assim, que temos uma certa garantia de vida própria para a «Técnica»; êste ano foi mais uma experiência e mais uma esperança no futuro.

As direcções da «Técnica» têm sofrido críticas, algumas vezes, por pretenderem apresentar, sempre, um saldo superior ao do ano anterior.

Achamos que essa orientação foi a melhor garantia da existência da nossa revista.

A «Técnica» não pode, nem deve, estabilizar-se num nível determinado.

É nossa obrigação continuarmos a trabalhar para que a sua apresentação e o seu valor científico melhorem incessantemente, correspondendo às exigências do nosso meio técnico ou indo ao encontro das suas necessidades. E isso é-nos possível, com facilidade, por não termos outras preocupações que as escolares, por não termos outro interesse senão o de servir a Escola.

A nossa revista até hoje tem-se publicado regularmente. As suas direcções promoveram a publicação de regulamentos, tabelas, etc. Foram, porém, pequenas experiências coroadas de êxito.

Existe, há muito, a vontade de corresponderm os às necessidades crescentes do meio técnico no que diz respeito à publicação de obras de carácter técnico, umas esgotadas, outras novas.

— Nada se fêz por falta de dinheiro.

Daí a necessidade de procurarmos, anualmente, apresentar um saldo positivo. A acumulação dêsses saldos já nos permite trabalhar mais tranqüilamente. Com êsses mesmos saldos pudemos êste ano, publicar as tabelas. À custa de novos saldos — seguindo a orientação das direcções precedentes — poderemos intensificar as nossas publicações, cuja necessidade cresce diàriamente, e continuar a melhorar constantemente a nossa revista.

Como conseguir isso? Muito simplesmente. Basta que todos os colegas do I. S. T. comprem a revista e façam a sua propaganda.

Fazemos, também, um apêlo a todos os antigos alunos do I. S. T. para que sejam assinantes da revista. A sua contribuïção material virá permitir-nos o desenvolvimento contínuo e progressivo da «Técnica», elevando-lhe o seu valor, honrando, assim, o nome da Escola e dos seus engenheiros.

LUIZ DE GUIMARÃIS LOBATO

(Do Curso de Eng.º Civil)

Balanço da Gerência de 1936-1937

ACTIVO			PASSIVO		
Saldo da gerência anterior		25.867$19	*Tipografia e gravador*		21.445$40
			Correio		1.116$60
Juros:			*Despesas Gerais:*		
Do depósito na C. G. D.	235$15		Ordenados	7.500$00	
Dos papéis de crédito	107$75		Transportes e Diversos	1.226$05	8.726$05
Diversos	80$00	422$90			
Anunciantes		12.973$50	*Edição das Tabelas de Resistências de Materiais:*		
Assinantes		11.528$90			
Venda de revistas:			Direitos de autor	6.500$00	
			Tipografia	7.000$00	13.500$00
Avulso	1.755$60		*Saldo para a gerência seguinte:*		
Livrarias	197$70				
Associação dos Estudantes	2.061$00		Dinheiro em caixa	14.095$60	
Colecções	600$10	4.614$40	Depósito no Banco Continente e Ilhas	159$50	14.255$10
Publicações:					
Venda de regulamentos, separatas, e Tabelas de Resistência de Materiais, etc.		3.551$00			
Diversos		85$26			
		59.043$15			59.043$15

I. S. T., 20 de Outubro de 1937.

O Administrador,

Luiz de Guimarãis Lobato

DO MUNDO TÉCNICO

Contrôle não destrutivo das soldaduras

(Resumo dum artigo do Eng.º F. Guiot — L'Ossature Métallique, Fev.º 1938)

1 — Os serviços de contrôle não destrutivo dos materiais, na Alemanha, estão centralizados no *Reichs Röntgenstelle beim Staatlichen Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem,* com várias secções nas províncias.

Para os serviços exteriores, possuem estas secções um laboratório ambulante de radiografia. O pessoal dêste laboratório compreende, além dos operários, um engenheiro especialista, 2 técnicos, dos quais um se dedica à radiografia pròpriamente dita e outro às manipulações fotográficas e 2 preparadores.

No caso das pontes, as radiografias das juntas soldadas são examinadas *in loco* pelos executantes e remetidas, depois, ao organismo central que procura a origem do defeito e indica os meios de o remediar. Esta maneira de proceder educa o pessoal executante num sentido único, conforme o espírito de Dahlem e permite acumular grande número de documentos num organismo central.

É evidente que nos casos correntes os próprios engenheiros da brigada móvel decidem, de acôrdo com os engenheiros da construção, sôbre as reparações a fazer.

O custo no contrôle radiográfico corresponde a 1 ou 2 % do custo total da ponte. O diagrama da Fig. 1 traduz

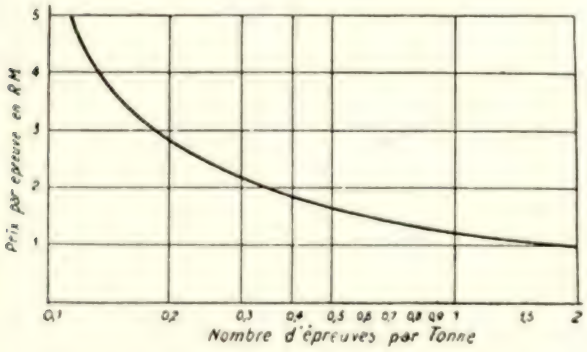


Fig. 1

a relação entre o custo de cada prova e o número de provas por ton. de pêso da ponte; como é evidente, o preço unitário diminui quando aumenta o número de provas por ton., isto é, quando aumenta o número de radiografias tiradas na mesma obra.

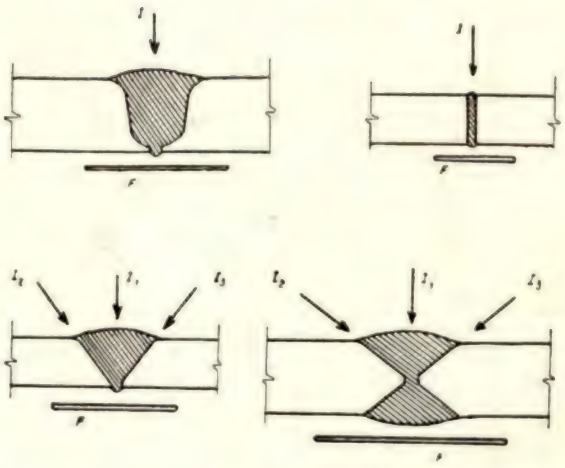


Fig. 2

Nas soldaduras em V e I a irradiação normal permite descobrir fendas e faltas de ligação
Nas soldaduras V e X recomenda-se o emprêgo de irradiações obliquas, além da irradiação normal

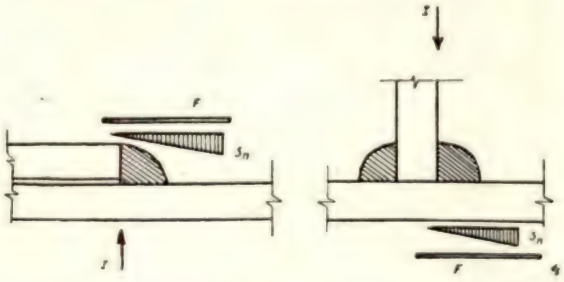


Fig. 3

Nas soldaduras por sobreposição e nas soldaduras de ângulo, a rápida variação de espessura deve ser compensada por uma cunha de estanho

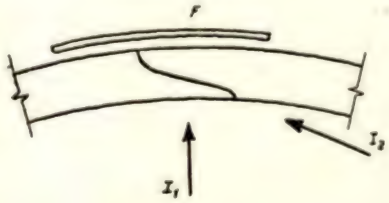


Fig. 4

Na soldadura por sobreposição é necessária a irradiação normal, a irradiação obliqua não permite mais do que o exame dos extremos da ligação

Esquemas de verificacão das soldaduras pelos raios X (segundo DIN 1914)

2 — Regulamentação alemã sôbre a radiografia das juntas soldadas.

Para estabelecer uma base de comparação entre os radiogramas é necessário que a sua execução seja feita de acôrdo com certas normas. O Regulamento alemão (DIN 1914) obriga a radiografar simultâneamente com a soldadura uma série de fios metálicos (de diâmetro variável conforme a espessura e a natureza do metal

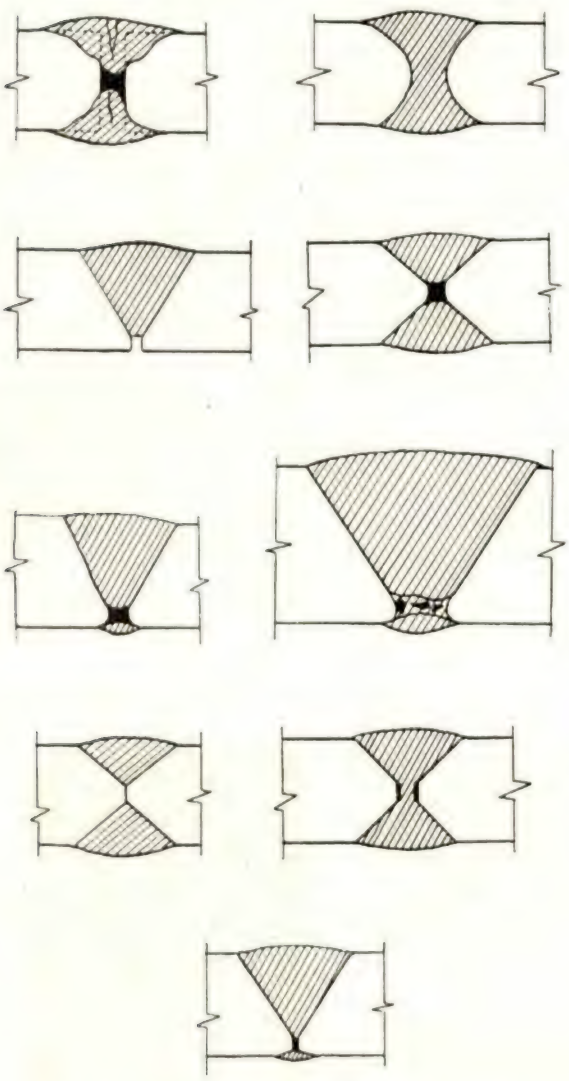


Fig. 5, 6, 7, 8 Fig. 9, 10, 11, 12

Fig. 13

ensaiado) formando uma rêde, bem como a marca, de chumbo, DIN.

Obtem-se assim um meio de apreciar a sensibilidade do processo de contrôle empregado e a importância dos defeitos internos.

Nas Fig. 2, 3 e 4 apresentam-se alguns esquemas tirados dos DIN 1914 relativos a alguns tipos de juntas soldadas.

3 — Defeitos mais vulgares.

A experiência tem mostrado que o defeito interno mais freqüente, e também o mais grave, é a falta de penetração. A existência de tal defeito permite supôr a existência, na raiz do cordão de soldadura, ou na sua vizinhança, de outros tipos de defeitos característicos, tais como falta de ligação, fendas de tensão, escórias, etc.

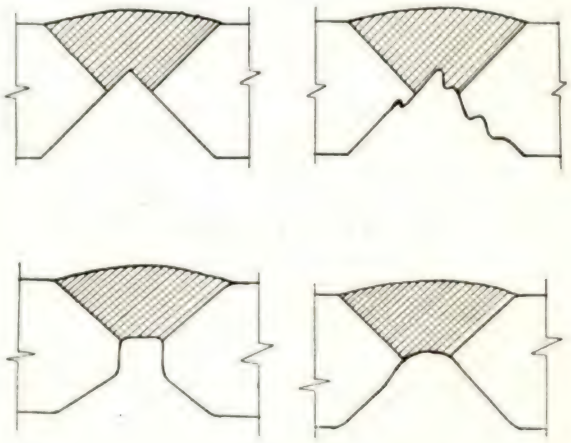


Fig. 14 e 15
Fig. 16 e 17

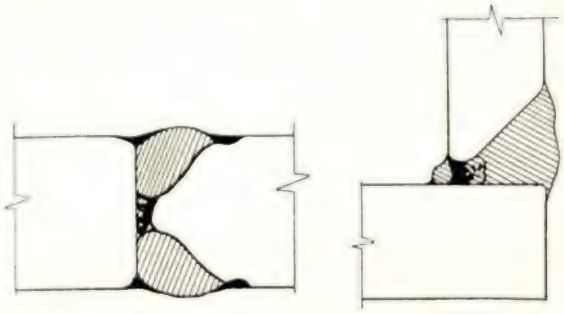


Fig. 18 e 19

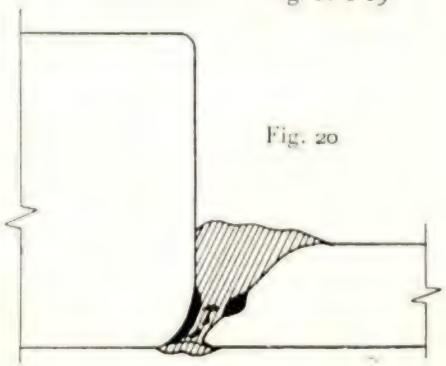


Fig. 20

a) *Juntas em chapas não chanfradas e juntas em V só com uma soldadura.*

No caso das juntas em I em que as chapas não são chanfradas, podem formar-se inclusões de escórias na parte central da junta, dificilmente ou, mesmo, não

elimináveis quando da deposição da segunda soldadura; podem então produzir-se, por causa do enfraquecimento, fendas de tensão (Fig. 5). A Fig. 9 indica uma junta dêste tipo correctamente executada, à maneira duma junta em X.

Nas juntas em V, produz-se quási sempre uma falta de penetração na raiz (Fig. 6).

b) *Juntas em chapas chanfradas com duas soldaduras.*

A falta de penetração aparece do seguinte modo: quando da deposição da primeira soldadura a junta é escavada no vértice e parte dos flancos ficam a nú, quando se faz a segunda soldadura não se eliminam as escórias que se juntam no vértice (Fig. 10, 7, 11). Pode acontecer (Fig. 8) que as chapas não estejam suficientemente chanfradas, há então uma verdadeira falta de penetração. No caso da Fig. 12 o espaço intermédio foi preenchido pelo metal de soldar, mas sem realizar com os vértices dos flancos uma ligação suficiente. Semelhante defeito pode igualmente produzir-se nas juntas em V (Fig. 13).

Pelos exemplos citados se conclui da necessidade de proceder à escavação da parte posterior do primeiro cordão, de maneira adequada e muito cuidadosamente.

As Fig. 14, 15 e 16 representam escavações defeituosas obtidas com buris inadequados. A Fig. 17 representa a maneira mais conveniente de fazer a escavação.

c) *Juntas de formas particulares.*

As Fig. 18, 19 e 20 esquematizam algumas formas particulares de juntas empregadas na ligação das chapas de vigas transversais e na ligação das peças de travamento a outras mais espessas. Estas ligações, em geral fortemente solicitadas, demandam uma execução impecável. Constata-se, muitas vezes, uma falta de penetração na raiz, agravada por falta de ligação no plano perpendicular ao plano das chapas.

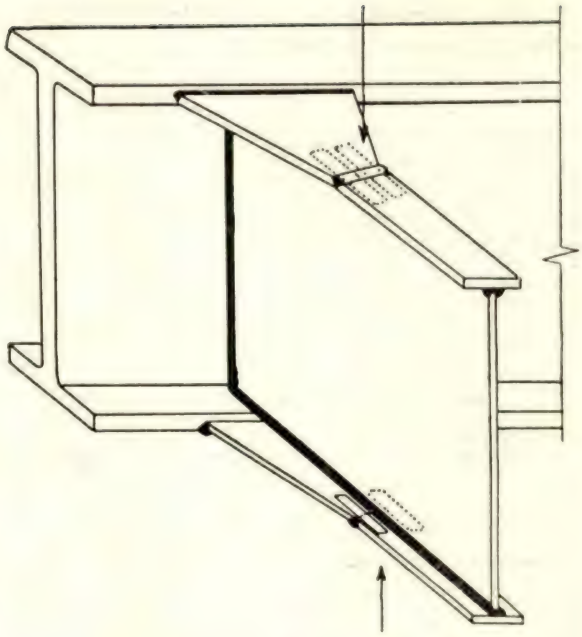


Fig. 21
Indica-se a posição das chapas de maneira a permitir fotografar duma só vez as soldaduras dispostas de um lado e do outro da alma

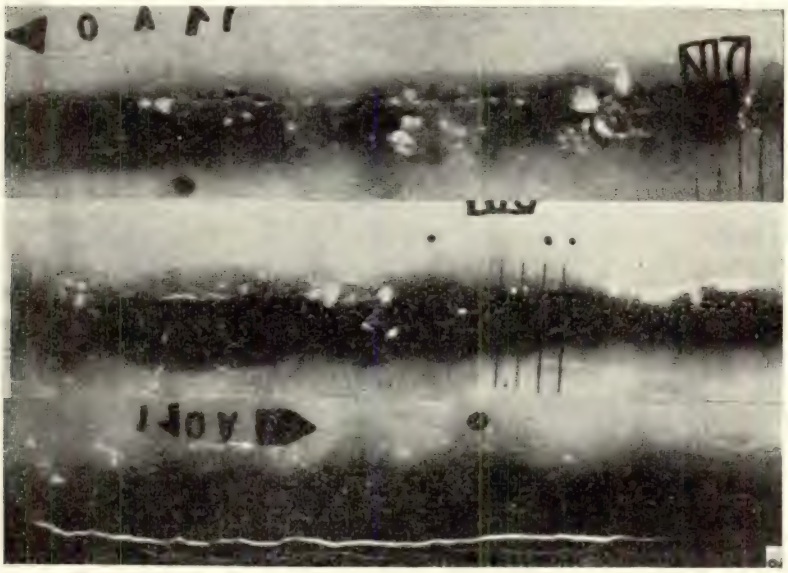
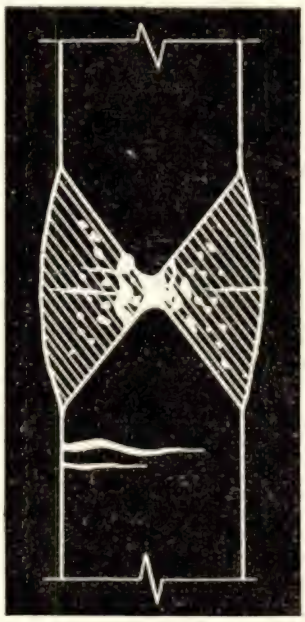
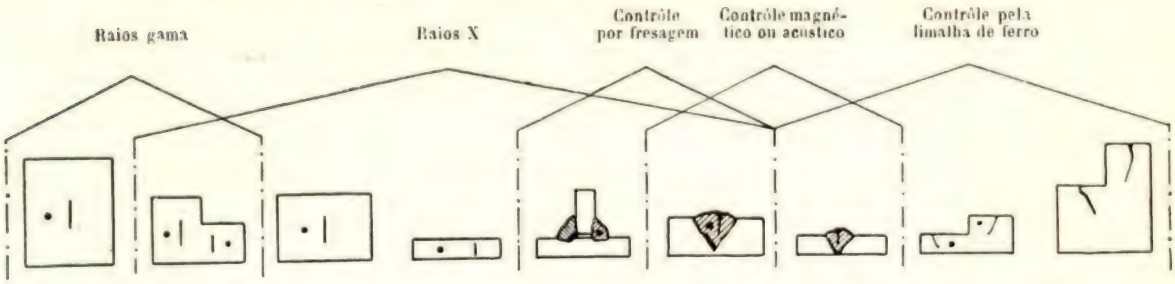


Fig. 22
Soldadura vertical em X — 3 radiografias: falta de penetração, escórias, porosidade, fendas finas — na última nota-se uma fenda muito grave



Corte

Campo de aplicação dos vários processos de contrôle não destrutivo



≦ 300 mm Fe	20 a 100 mm Fe	20 a 100 mm Fe	≦ 30 mm Fe	8 a 20 mm Fe	10 a 100 mm Fe	1 a 5 mm Fe	1 a 5 mm Fe	50 a 500 mm Fe
≦ 200 mm Cu		50 a 300 mm Al	≦ 50 mm Al		5 a 50 mm Cu			
				SOLDADURAS DE				
AÇO FUNDIDO			Ferro coado temperado	pontes		engenhos de locomotivas	peças metálicas trabalhadas	
FERRO COADO CINZENTO			mater. vazado de bomba	estruturas		aviões	veios leves	veios pesados
bronze	soldadura a martelo		peças vazadas em «coquille»	barcos			tubos	peças de fundição
«bourrellerie»	juntas rebitadas		recipientes sob pressão	engenhos de locomoção			fios	
soldadura de recipientes	cabos de aço	peças vazadas de metal leve	juntas soldadas por pressão	máquinas			carris	
betão armado	barras metálicas							

Os pontos negros, mais ou menos pronunciados, no interior dos specimens de prova, correspondem a vasios maiores ou menores; quando indicados a meio do specimen, podem registar-se qualquer que seja a profundidade a que se encontrem; quando indicados na proximidade da superfície externa, não podem ser registados senão quando junto dela. Os traços verticais rectos mais ou menos compridos indicam que o registo das fendas só é possível quando se conhece exactamente a sua direcção, independentemente da sua situação no interior da peça. As linhas traçadas a partir da superfície só aí são registáveis. As linhas não rectas, oblíquas, indicam a possibilidade de registar as fendas independentemente da sua direcção.

NOTAS BIBLIOGRÁFICAS

Reünião da Conferência Mundial de Energia em Viena em 1938

Os trabalhos preliminares para a reünião da Conferência Mundial de Energia, que se realiza em Viena de 25 de Agôsto a 2 de Setembro, vão muito adiantados.

O grande interêsse nos meios técnicos mundiais tem-se evidenciado pelo facto de já terem sido anunciados 200 trabalhos acêrca das 5 perguntas do programa técnico:

Fornecimento de energia à agricultura, indústrias menores, para o confôrto doméstico, iluminação e tracção eléctrica.

O papel dos relatores gerais será agora, fazer realçar, nos numerosos relatórios, as opiniões que forem de interêsse especial para os congressistas e submetê-las na reünião a uma crítica verbal profunda.

As sessões realizar-se-ão no palácio de Concêrtos de Viena simultâneamente em duas salas. Tomar-se-ão as providências necessárias, quer com o auxílio de intérpretes ou muito provàvelmente por intermédio de uma instalação sonora conveniente para que as discussões travadas em alemão, francês ou inglês possam ser seguidas ao mesmo tempo em qualquer das outras 2 línguas.

Durante a estadia em Viena realizar-se-ão visitas às instalações técnicas: centrais eléctricas e de gás, emissoras, etc.

ASEA

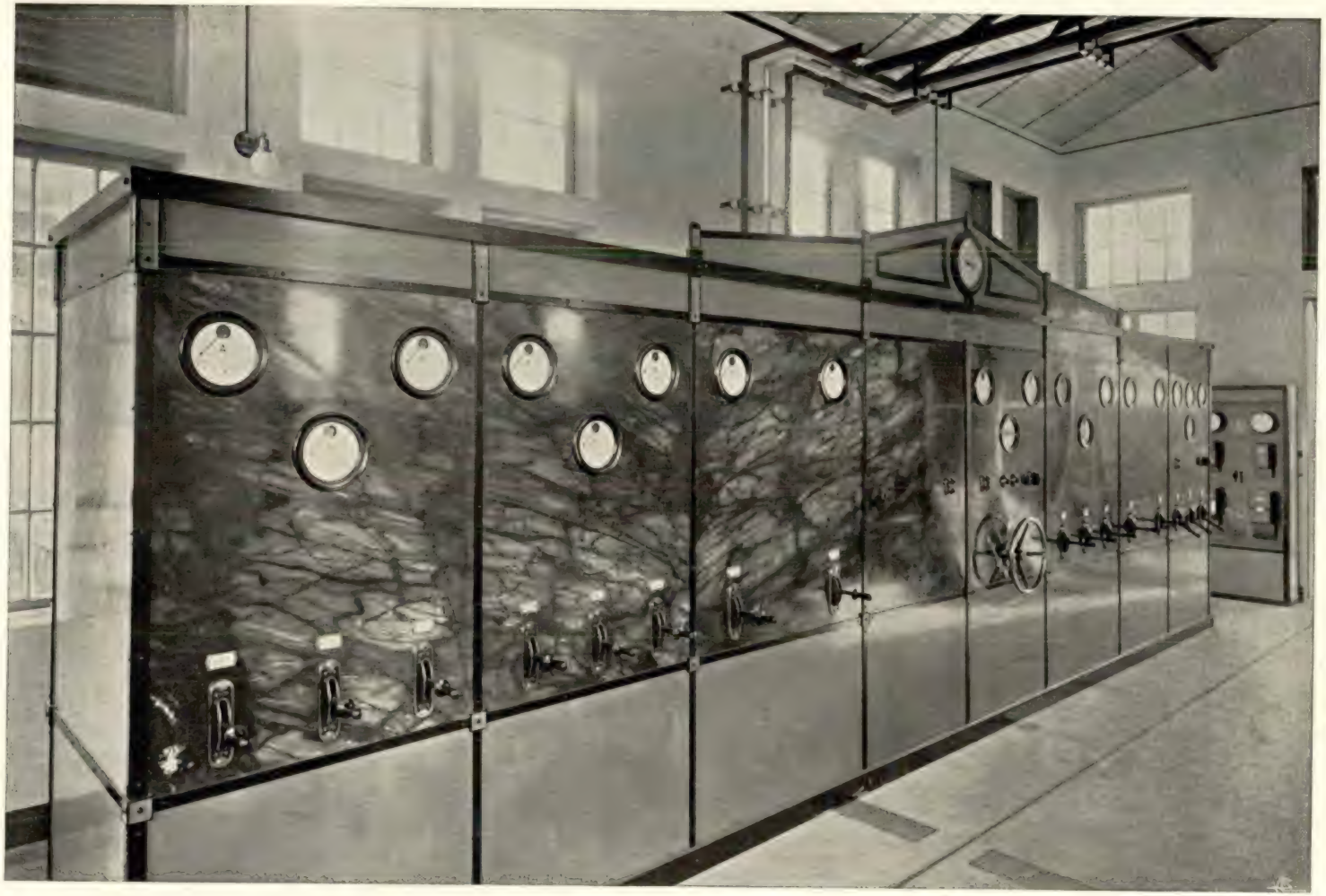
VÉSTERAS—SUÉCIA

REPRESENTANTES:

JAYME DA COSTA, L.DA

ENGENHEIROS

LISBOA PORTO



Quadro de distribuição da cabine transformadora, 1250 kVA, 15000/400 volts
COMPANHIA FABRIL DO CÁVADO — RUÃES — BRAGA

JAYME DA COSTA, L.DA

ENGENHEIROS

PORTO
PRAÇA DA BATALHA, 12

LISBOA
RUA DOS CORREEIROS, 14

REPRESENTANTES DAS FIRMAS

ALLMÄNNA SVENSKA ELEKTRISKA A.B. **(ASEA),** VÉSTERAS, SUÉCIA

Motores e geradores de corrente contínua e alterna, transformadores, aparelhagem de alta e de baixa tensão. Ascensores, monta-cargas e gruas. Máquinas eléctricas especiais para as indústrias de fiação, tecelagem, papel, etc. Electrificação completa de fábricas, caminhos de ferro, etc.

SVENSKA TURBINFABRIKS A.B. LJUNGSTRÖM, FINSPONG, SUÉCIA

Turbinas a vapor **STAL.**

AKTIEBOLAGET ATLAS DIESEL, ESTOCOLMO, SUÉCIA

Motores a óleos pesados estacionários e marítimos **POLAR.**
Compressores e ferramentas pneumáticas **ATLAS.**

AKTIEBOLAGET PENTAVERKEN, SKÖVDE, SUÉCIA

Motores marítimos **PENTA** a gasolina, petróleo e óleo. Moto-bombas, grupos electrogéneos.

LANDIS & GYR S.A., ZUG, SUISSA

Contadores eléctricos e aparelhos derivados, relógios e auto-interruptores.

GEBR. RITZ & SCHWEIZER, SCHWÄB, GMÜND, ALEMANHA

Bombas centrífugas, de alta e baixa pressão.

BAMFORDS, LTD., UTTOXETER, INGLATERRA

Motores Diesel de pequenas potências, motores a gasolina e petróleo.

SANDVIKENS JERNVERKS AKTIEBOLAG, SANDVIKEN, SUÉCIA

Aços para tôdas as aplicações.

LOUIS BRENTA, BRUXELAS, BÉLGICA

Serras de fita para trabalhar madeira, com e sem chariot.

JEAN VICAN, CASTELJALOUX, FRANÇA

Máquinas para trabalhar madeira.

AKTIEBOLAGET BALTIC, ESTOCOLMO, SUÉCIA

Desnatadeiras, batedeiras, máquinas para o tratamento do leite.

BERLIN-ANHALTISCHE MASCHINENBAU, A. G., DESSAU, ALEMANHA **(BAMAG).**

Materiais para transmissões, aparelhos diferenciais eléctricos, tensores de correia.

BERLINER MASCHINENBAU-A. G. (SCHWARTZKOPFF), BERLIM, ALEMANHA

Locomotivas a vapor e a óleo, material para caminhos de ferro.

Além disso estão previstas recepções do govêrno no «Hofburg» e do «Burgomestre» de Viena no «Kahluberg», uma festa de gala na Ópera do Estado, uma festa nocturna e a visita à cidade.

No sábado e domingo estão previstas excursões aos arredores de Viena: «Wiener Wald», «Kreuzenstein», «Wachau», «Schneeberg», «Rax», «Semmering» e, para os que se interessam por isso, às herdades de exploração mecânica moderna ou a uma modernissima estação agrícola exserimental.

Para as senhoras há, entre outros números, uma passagem de modelos de uma casa de Viena.

À reünião seguir-se-á uma viagem de 7 dias partindo de Viena em dois grupos.

Um, partirá no «Westbahn» até «Hieflau» para visitar o «Erzburg» e ainda ao «Salzkammergut» até «Ischl». Depois seguirá para «Badgastein» onde, entre outras coisas, serão exibidas as novas automotoras diesel-electricas.

Segue-se ainda um passeio pelo «Glocknerstrasse», com a viagem de regresso por «Salzburg».

O segundo grupo viajará no «Süd halm» para «Bruck an der Mur» e em auto-carros» com passagem pelas centrais de Mur, para «Graz», «Packhtrasse», «Wörthersee», «Zell am See» e «Salzburg».

A partir de «Salzburg» a viagem seguirá em conjunto para «Innsbruck», grandes instalações de cozinha eléctrica, e depois para «Bludenz» em visita a outras instalações.

É visível o grande interêsse pessoal na reünião, tanto no país como no estrangeiro, sendo de prever um grande sucesso não só sob o ponto de vista científico como no turístico.

Os restantes pormenores acêrca da reünião, condições para se tomar parte na conferência, preços, programas diários, etc., encontram-se no programa do Congresso, podendo todos os pedidos de esclarecimentos serem dirigidos ao Secretariado da Conferência, «Konzerthaus», Lothringerstrasse, 20 — Viena.

(Circular do Secretariado da Conferência Mundial de Energia).

PUBLICAÇÕES RECEBIDAS

L'Oxy-Coupage dans l'Industrie — Quelques applications du Chalumeau coupeur et des Machines d'Oxy-Coupage

Paris — Édité par L'Air Liquide

La Soudo—Brasure dans l'Industrie—Quelques exemples de Réparations, Assemblages et Rechargements de Fonte et Métaux divers

Paris — Édité par L'Air Liquide

O Império

Por HENRIQUE GALVÃO

Lisboa — Edições SPN

Recherches sur la Théorie cinétique des Liquides (Première Partie) — Fluctuations en densité

Par J. IVON

Paris — Hermann & C.ie, Éditeurs — 1937

Recherches sur la Théorie Cinétique des Liquides (Deuxième Partie) — La Propagation et la Diffusion de la Lumière

Par J. IVON

Paris — Hermann & C.ie, Éditeurs — 1937

Les Phénomènes d'Auto-Oscillation dans les Installations Hydrauliques

Par Y. ROCARD

Paris — Hermann et C.ie, Éditeurs — 1937

Sur les Espaces a Structure uniforme et sur le Topologie générale

Par ANDRÉ WEIL

Paris — Hermann et C.ie, Éditeurs — 1937

Nécessaire Mathématique

Par MAURICE CURIE ET MAURICE PROST

Paris — Hermann & C.ie, Éditeurs — 1937

Regras para a avaliação e prova de Transformadores — R. E. T,

Berlin—Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.-1937

Regras para a avaliação e prova de machinas electricas — R. E. M.

Berlin—Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.-1937

Instruções para o exame de presspan

(Suplemento: DIN VDE 600 e DIN VDE 602)

Berlin —Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.-1938

Prescripções para cabos de chumbo em instalações de correntes intensas V. S. K. 1928

Berlin—Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.-1930

Deformation of Beta Brass

by ALDEN B. GRENINGER

Harvard University — Publications from the Graduate School of Engineering — 1937-38

The Gold-Aluminum System

by ARTHUR S. COFFINBERRY AND RALPH HULTGREN

Harvard University — Publications from the Graduate School of Engineering — 1937-38

Studies in Sanitary Air Analysis

Harvard University — Publications from the Graduate School of Engineering — 1937-38

An Improved Magnetostriction Oscillator — Theoretical and Experimental Investigation of the Transmission of Sound Over Reflecting Surfaces — Apparatus for Acoustic Research in the Supersonic Frequency Range

by GEORGE W. PIERCE AND ATHERTON NOYES, JR.

Harvard University — Publications from the Graduate School of Engineering — 1937-38

PUBLICAÇÕES PERIÓDICAS

PORTUGAL

BOLETIM GERAL DAS COLÓNIAS — Novembro de 1935 a Maio de 1936.

A ARQUITECTURA PORTUGUESA, CERÂMICA E EDIFICAÇÃO — Fevereiro e Março de 1938.

BOLETIM DA ORDEM DOS ENGENHEIROS — Fevereiro de 1938.

CLÍNICA, HIGIENE E HIDROLOGIA — Fevereiro de 1938.

DEFESA NACIONAL — Março de 1938.

GAZETA DOS CAMINHOS DE FERRO — 16 de Março a 16 de Abril de 1938.

INDÚSTRIA PORTUGUESA — Março de 1938.

O MUNDO PORTUGUÊS — Janeiro a Março de 1938.

NEPTUNO — Fevereiro de 1938.

PORTUGAL CORTICEIRO — 15 de Março e 2 de Abril de 1938.

RÁDIO-MOÇAMBIQUE — Janeiro e Fevereiro de 1938.

REVISTA DE ARTILHARIA — Fevereiro e Março de 1938.

SEARA NOVA — N.os 553 a 557.

BOLETIM DE MINAS — Ano de 1936.

ANAIS DO CLUB MILITAR NAVAL — Novembro e Dezembro de 1937.

O SOLDADOR-CORTADOR — Janeiro e Fevereiro de 1938.

REVISTA OFICIAL DO SINDICATO NACIONAL DOS ARQUITECTOS — Fevereiro de 1938.

ESTUDOS — Janeiro e Fevereiro de 1938.

AGROS — Janeiro de 1931 a Junho de 1932 e Janeiro-Fevereiro de 1938.

O INSTITUTO — N.º 5 de 1937.

ALEMANHA

EL PROGRESSO DE LA INGENIERIA — de Abril 1938.

METALLGESELLSCHAFT — CARNET PÉRIODIQUE — Março de 1938.

ARGENTINA

LA INGENIERIA — Janeiro de 1938.

REVISTA DEL CENTRO ESTUDIANTES DE INGENIERIA — Março de 1938.

BÉLGICA

L'OSSATURE MÉTALLIQUE — Março e Abril de 1938.

BULLETIN DE L'ASSOCIATION INTERNATIONALE DU CONGRÈS DES CHEMINS DE FER — Março de 1938.

FRANÇA

LA CHRONIQUE DES MINES COLONIALES — Março de 1938.

REVUE DE L'ALUMINIUM — Janeiro de 1938.

LA TECHNIQUE SANITAIRE ET MUNICIPALE — Fevereiro de 1938.

ITÁLIA

ANNALI DEI LAVORI PUBLICI — Janeiro de 1938.

L'INGEGNERE — Fevereiro de 1938.

RIVISTA DEL CATASTO E DEI SERVIZI TECNICI ERARIALI — Setembro-Outubro de 1937 e Janeiro-Fevereiro de 1938.

L'ELETTROTECNICA — 10 e 25 de Março de 1938.

ROMÉNIA

BULLETIN DE MATHÉMATIQUES ET DE PHYSIQUE PURES ET APPLIQUÉES DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE ROI CAROL II — N.os 1, 2, 3, de 1936-37.

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA, DOS ALUNOS DO I. S. T.

DIRECTOR: LUIZ DE GUIMARÃES LOBATO

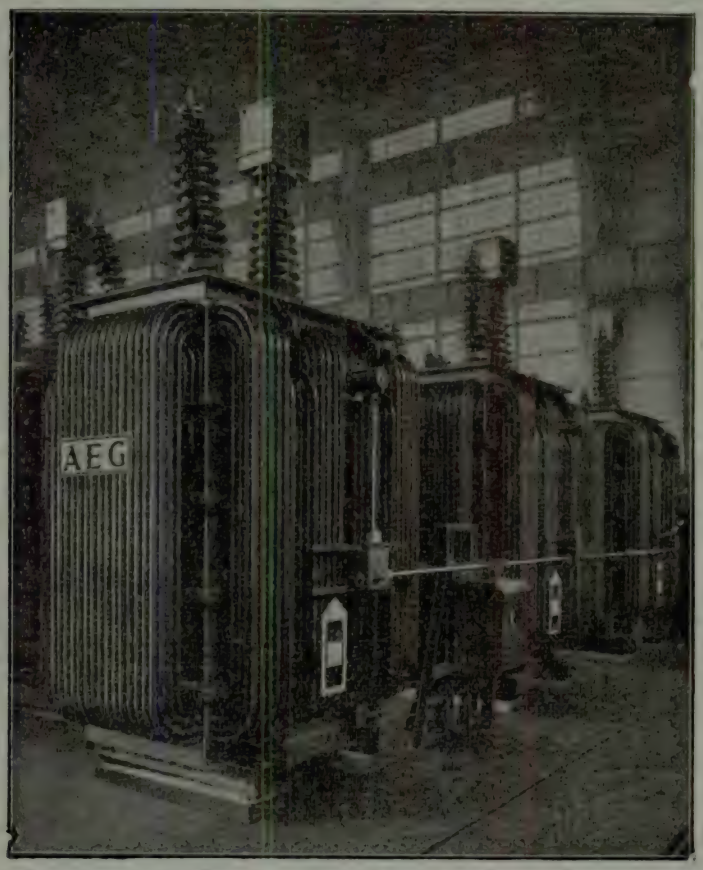
ADMINISTRADOR: FREDERICO BURNAY DE MENDONÇA

BIBLIOTECÁRIO: PEDRO ARSÉNIO NUNES

CORPO REDACTORIAL: JOSÉ M. P. ATHAYDE, ISABEL GAGO, JOSÉ GONÇALVES FIGUEIRA

Propriedade e Edição da A. E. I. S. T.

AEG LUSITANA DE ELECTRICIDADE



Transformadores para regular a tensão com carga

Centrais termo e hidro-eléctricas. Electrificação de caminhos de ferro. Máquinas para soldadura eléctrica por arco e resistência para tôdas as aplicações. Estações de transformação de qualquer capacidade e tensão. Accionamentos eléctricos especiais para fábricas texteis. Motores e aparelhagens para tôdas as indústrias.

Motores de duplo enrolamento
sem escôvas nem resistência de arranque

AEG

LISBOA
Rua dos Fanqueiros, 12 a 16

PORTO
Rua Sá da Bandeira, 209 a 215

Tabelas de Resistência de materiais

DO

Professor V. FERREIRA

2.ª EDIÇÃO

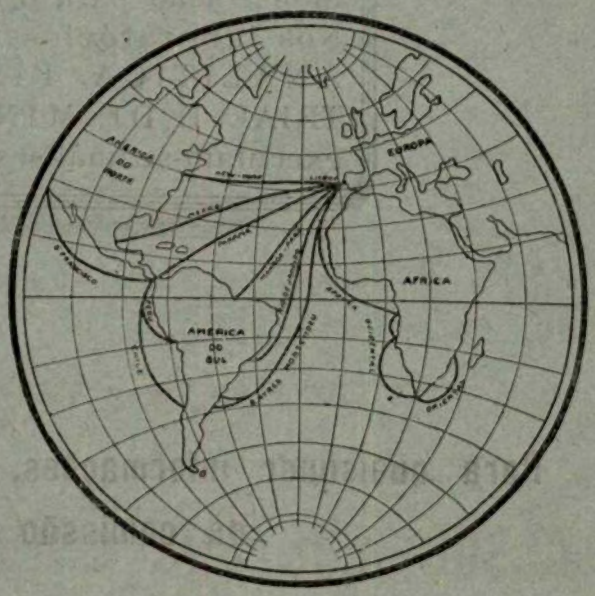
À VENDA NA

Associação dos Estudantes do I. S. T.

PÔRTO DE LISBOA

Grande pôrto, pela sua posição geográfica, extensão e profundidade, com excepcionais condições de abrigo.
Cais, docas e aparelhagem com abundância.
Estaleiro de construção e reparação de navios.
Movimento de navios e de mercadorias notável.
Comunicações com toda a Europa por caminho de estrada e pelo ar.

Dos grandes portos da Europa é o mais próximo dos Estados Unidos da América do Norte, — da Amèrica Central, — da Amèrica do Sul e da África Ocidental.



OFICINAS E LABORATÓRIOS

DO

INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDE, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO e de ELECTROTÉCNICA, fornecem todo o género de material escolar e de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL E DE MINERALOGIA executam-se análises para o público

Para quaisquer informações, dirigir-se ao secretário da comissão executiva

Engenheiros!
Arquitectos!
Proprietários!
Mestres de obras!
Donas de casa!

As nossas 12 fábricas de produtos cerâmicos espalhadas pelo País, produzindo do barro vermelho a porcelana estão ao vosso serviço, estando também ao vosso serviço os nossos depósitos de exposição e venda em

Porto, Lisboa, Coimbra, Braga, Faro, Portimão, Leiria, Algoz, Santarém, Setúbal e Funchal.

Sem verificardes os nossos novos preços e qualidades, não deveis comprar

Azulejos brancos, decorados e artísticos
Ladrilhos de Cimento
Louças Sanitárias
Porcelanas de mesa e para electricidade
Louças de Faiança para Mesa e Cosinha
Telhas e Tijolos
Mosaicos de Grez Cerâmico
Produtos refractários
Louças decorativas

Companhia das Fábricas Cerâmica Lusitânia

Sede: R. DO ARCO CEGO, 88 — LISBOA

DEPENDENCIAS DO PORTO

Fábrica: Quinta do Roriz — Monte do Seminário — Escritório: Rua José Falcão, 174
Dependências de Coimbra: Estação Velha — Loreto

É DO VOSSO INTERESSE PREFERIR OS NOSSOS PRODUTOS

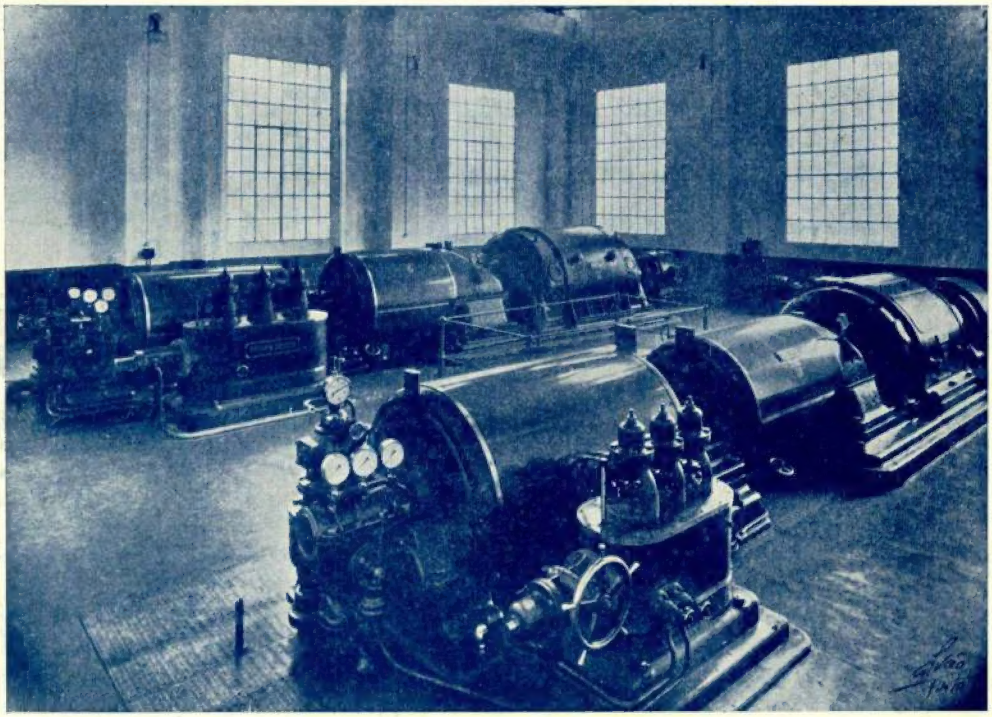
SOCIEDADE ANÓNIMA

BROWN, BOVERI & CIE.

BADEN (SUISSA)

A firma que instalou o maior número de kilowatts nas centrais Eléctricas Portuguesas

A firma que montou o maior número de turbinas a vapor em Portugal



SETÚBAL

Central da Cachofarra da Sociedade de Electrificação Urbana e Rural

Turbo-grupos a vapor «Brown-Boveri» de 2000 e de 6400 kilowatts

Representante geral para Portugal e Colónias:

EDOUARD DALPHIN

Escritório Técnico: R. Passos Manuel, 191, 2.º // PORTO // Tel. 2411

Máquinas eléctricas, transformadores, mutadores, aparelhos para alta e baixa tensão. Montagem completa de centrais termo e hidro-eléctricas. Electrificação de fábricas e de caminhos de ferro. Locomotivas, e auto-motoras eléctricas e Diessel-eléctricas. Máquinas de extracção. Turbinas a vapor. Geradores de vapor Velox. Máquinas frigoríficas. Grupos e transformadores para a soldadura pelo arco. Fornos eléctricos. Comandos eléctricos especiais para tôdas as máquinas utilisadas nas Fábricas de Fiação, Tecelagem, Acabamentos, Estamparia, Cimento, Moagem, etc.